

Jani Kela

OMASÄHKÖLAITOKSEN VARAOSAKIRJAN KEHITTÄMINEN

OMASÄHKÖLAITOKSEN VARAOSAKIRJAN KEHITTÄMINEN

Jani Kela
Opinnäytetyö
Kevät 2017
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka, tuotantotekniikan suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Jani Kela
Opinnäytetyön nimi: Omasähkölaitoksen varaosakirjan kehittäminen
Työn ohjaaja: Esa Kontio
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2017 Sivumäärä: 46 + 0 liitettä

Työn tilaajan Volter Oy:n tavoitteena oli muodostaa toimiva käytäntö Volter 40 Indoor -omasähkölaitoksen varaosakirjan luomiselle ja päivittämiselle. Lisäksi tavoitteena oli valmistaa varaosakirja omasähkölaitoksen uusimmasta perusmallista. Yrityksellä oli aiempi, puutteellinen varaosakirja. Tarve kunnolliselle varaosakirjalle oli syntynyt pääasiassa asiakkaiden kysynnän ja yrityksen sisäisen halun myötä, sillä varaosakirja haluttiin saattaa yrityksen muun toiminnan tasolle.

Uusi käytäntö varaosakuvien luomiseen muodostettiin nopeasti yrityksen työntekijöiden kanssa. Prioriteetteina olivat yrityksen aiemman tiedon hyödyntäminen ja varaosakirjan päivitettävyyden varmistaminen yrityksen tiedonhallintajärjestelmän avulla. Suurin osa työstä kului uuden varaosakirjan koostamisessa. Tähän kuului myös tuotteen CAD-tiedostojen muokkaaminen sekä täydentäminen sisältämään kaikki laitoksessa olevat osat. Lisäksi kokoonpanoja järjestettiin uudelleen varaosakirjaan soveltuviksi, mikä johti myös tuoterakenteiden muokkaukseen. Tähän käytettiin Inventor Autodesk 2017 -ohjelmistoa ja tukena yrityksen PDM-järjestelmää Autodesk Vaultia.

Varaosakuvien valmistuttua siirryttiin suunnittelemaan varaosakirjan visuaalista ilmettä, muuta sisältöä sekä taittamaan itse varaosakirja. Apuna käytettiin kuvanmuokkausohjelmistoa GIMP 2:ta ja Microsoft Office -ohjelmia. Fyysisen varaosakirjan sivukooksi valittiin A4-arkki ja se tilattiin painettuna repeämättömälle paperille.

Työ suoritettiin Volter Oy:n Kempeleen toimipisteissä. Työn tuloksiksi voidaan lukea uusi käytäntö varaosakirjan muodostamiselle. Tähän liittyen tuotteen tuoterakennetta muokattiin varaosakirjaan sopivaksi sekä valmistettiin varaosakuvien CAD-tiedostot. Omasähkövoimalan uusimmasta mallista tehtiin myös valmis varaosakirja.

Asiasanat: varaosakirja, varaosakuva, jälkimarkkinointi, CAD, tuoterakenne

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree programme in Engineering, Production Technology

Author: Jani Kela
Title of thesis: Development of Spare Parts Catalog for CHP-plant
Supervisor: Esa Kontio
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2017 Pages: 46 + 0 appendices

The purpose of this thesis work was to develop a sustainable method of producing and updating the spare parts catalog for Volter Indoor 40 -combined heat and power plant. The second purpose was to produce the actual spare parts catalog for the newest iteration of said product.

Volter Ltd. had seen the need for a proper spare parts catalog two years earlier, and as a makeshift solution the first ever spare parts catalog of Volter Ltd. was compiled. It was already known at that time that a more proper catalog had to be made in a few years. The need arose due to actual customer demand and the company's own will to have the spare parts catalog on par with the rest of the company's operations.

The method for compiling spare parts pictures and catalog was found quickly. The main part of the thesis work was spent compiling the actual spare parts catalog. This called for modifying and updating the 3D-assemblies to include every part used in the actual CHP-plant. The assemblies also had to be modified to work properly in the spare part pictures. This in turn led to the reorganization of the product structure. Programs Autodesk Inventor 2017 and Autodesk Vault 2017 were used to achieve this. After the spare parts pictures were ready, the planning of the catalog's visual side and the actual paging of the catalog took place. Image manipulation program GIMP 2 and Microsoft Office programs were used during this. The work was done in Volter Ltd.'s Kempele office in close collaboration with the company's staff.

The results of this thesis work include a new method for compiling future spare parts catalogs. In addition to this the CAD-files and the product structure were modified to enable the making of spare part pictures. The actual spare parts catalog for the latest version of Volter 40 Indoor was also compiled.

Keywords: Spare part catalog, CAD-design, after sales, product structure

ALKULAUSE

Työ toteutettiin pääasiassa Volter Oy:n Kempeleen toimipisteellä ja tuotantoon perehtyminen Volter Oy:n Hakatien tuotantotiloissa. Tahtoisin kiittää Volter Oy:ta kokonaisuutena opinnäytetyön tarjoamisesta, Volter Oy:n jälkimarkkinoinnin Jani Kaarestoa ja suunnittelija Iikka Ylikoskea työn kärsivällisestä opastamisesta sekä Oamkin lehtoreita Esa Kontiota ja Tuija Juntusta opinnäytetyön ohjaamisesta ja kieliopillisesta avustamisesta.

Toivon, että opinnäytetyön tulokset ovat hyödyksi yleisesti Volter Oy:lle ja sen asiakkaille.

Oulussa 9.4.2017

Jani Kela

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
SANASTO	7
1 JOHDANTO	8
2 PUUKAASU	9
2.1 Historiaa	9
2.2 Tuottaminen	10
2.3 Hyödyntäminen	10
3 VOLTER OY	12
3.1 Yrityksen historiaa	12
3.2 Volter 40 Indoor -omasähkölaitos	13
4 TUOTETIEDONHALLINTA	16
4.1 Tuotetieto	17
4.2 Tuoterakenne	22
5 VARAOSAKIRJA	25
5.1 Varaosakirjan ominaisuudet	26
5.2 Varaosakuva	27
6 VARAOSAKIRJAN MUODOSTAMINEN	29
6.1 Vanha varaosakirja	29
6.2 Uusi toimintatapa varaosakirjan koostamiseen	30
6.3 Varaosakuvasivun muodostus	31
6.3.1 CAD-tiedostojen muokkaus	31
6.3.2 Osaluettelo	33
6.3.3 Räjätyskuvan muodostus	36
6.4 Taittaminen ja varaosakirjan rakenne	39
7 YHTEENVETO	43
LÄHTEET	46

SANASTO

CHP	Combined heat and power, suomennettuna yhdistetty lämpö ja energia, yleisesti energia tässä tarkoittaa sähköä. Opinnäytetyön yhteydessä CHP-laitos tarkoittaa Volter Indoor 40 -omasähkölaitosta, jota käytetään sähkön ja lämpimän veden tuottamiseen.
CAD ja CAD-tiedosto	Computer-aided Design (CAD) eli tietokoneavusteinen suunnittelu on tietokoneella tehtävää suunnittelutyötä, jota käytetään kappaleiden ja kokonaisuuksien mallintamiseen ja simulointiin. CAD-tiedosto viittaa CAD-ohjelmistolla valmistettuun 2D- tai 3D-malliin tai kuvaan, joka voi sisältää tietoa tekstimuodossa.
kaasutin	Yleensä kaasuttimella käsitetään polttomoottorin osaa, jonka tehtävä on sekoittaa ilma-polttoaineseos. Opinnäytetyössä kaasuttimella kuitenkin tarkoitetaan laitetta, jolla muutetaan puuhaketta puukaasuksi.
revisio	Saman dokumentin muutettuja versioita kutsutaan revisioiksi. Revisioita merkitään usein kirjaimilla tai numeroilla erottamaan päivitettyt versiot aikaisemmista.

1 JOHDANTO

Varaosakirja on osa tuotteen teknistä dokumentaatiota, jossa esitetään yleensä tietyn osakokoonpanon tai kokonaisuuden sisältämät osat. Usein selkeyden vuoksi käytetään räjäytyskuvia, joissa kokoonpanon osat esitetään hieman toisistaan erotettuina irrallaan toisistaan. Varaosakirjassa esitetään myös kokoonpanon sisältämien osien tarvittavat spesifikaatiot. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi osien lukumäärää, nimitystä, mahdollista tuotekoodia tai osan mittoja.

Varaosakirja on tärkeä työkalu niin yrityksen sisällä kuin ulkopuolellakin. Asiakas käyttää varaosakirjaa huoltaessaan laitetta tai tilatessaan siihen varaosia. Molemmat työt olisivat huomattavasti vaikeampia, jos minkäänlaista varaosakirjaa tai huoltokirjaa ei olisi. Yrityksen sisäistä työtä varaosakirja helpottaa esimerkiksi jälkimarkkinoinnissa ja ostossa. Ilman varaosakirjaa asiakkaan tarvitseman osan selvittäminen on hidasta ja joudutaan turvautumaan esimerkiksi kohteen valokuviiin. Toimivan varaosakirjan avulla asiakas yksinkertaisimmillaan ilmoittaa jälleenmyyjälle tarvitsemansa osan tuotekoodin ja varaosakirjaa lukemalla jälleenmyyjä tietää heti, mikä osa on kyseessä.

Volter Oy:n tarve Volter 40 Indoor -omasähkövoimalan varaosakirjan kehittämiseksi oli ollut tiedossa jo kauan, mutta vanhalla puutteellisella varaosakirjalla oli selvitty kevääseen 2017 asti. Lähiaikoina jälkimarkkinoinnin kasvun seurauksena kysyntä kunnolliselle varaosakirjalle oli kuitenkin kasvanut. Siksi yrityksessä oli päätetty saattaa varaosakirja kunnolliselle tasolle.

Opinnäytetyössä muodostetaan ensin yrityksen PDM-järjestelmän kanssa toimiva käytäntö, jolla varaosakirjat tehdään tulevaisuudessa. Tuotekehitys yrityksessä on jatkuvaa, joten menetelmän on oltava mahdollisimman helppokäyttöinen. Lisäksi halutaan, että yrityksessä jo olevaa CAD-tietoa hyödynnetään. Toiseksi tuotetaan Volter Oy:n omasähkölaitoksen viimeisimmästä perusversiosta varaosakirja niin valmiiksi kuin opinnäytetyön puitteissa on mahdollista.

2 PUUKAASU

2.1 Historiaa

Puukaasujen ja samalla periaatteella kaasuttimessa biomassasta tai hiilestä valmistettavien palavien kaasujen alkuperä on 1800-luvulla, jolloin useat Euroopan kaupungit valaistiin kaasulampuilla. 1900-luvun alkupuolella esiteltiin kaasuttamista polttoaineensa saavia kiinteitä moottoreita ja rekkoja, mutta niiden suosio jäi pieneksi. Osaltaan vaikuttajana oli kooltaan suurehko paikallisesti tarvittava kaasutinjärjestelmä. (1, s. 19.)

Toisen maailmansodan aikaan pula polttoaineista johti kaasuttimien käytön yleistymiseen, mutta sodan loppumisen ja sitä seuranneen parantuneen fossiilisten polttoaineiden saatavuuden takia kiinnostus kaasuihin laski. 1970- ja 1980-lukujen energiakriisi nosti kiinnostusta kaasuihin, mutta taloudellinen menestys oli yleensä heikkoa. Myöhemmin tehtyjen tutkimusten perusteella tuolloinen kaasuvoimaloiden tekniikka ei ollut luotettavaa varsinkaan verrattuna fossiilisia polttoaineita käyttäviin vaihtoehtoihin. (1, s. 19.)

2000-luvulla määritellyt syöttötariffit ovat nostaneet kiinnostusta kaasutusteknologiaan koska kaasun tuottoon voidaan käyttää uusiutuvia luonnonvaroja. Syöttötariffit ovat valtioiden sähkömarkkinoiden ohjaukseen tarkoitettuja määrättyjä hintoja sähkölle. Syöttötariffien tarkoitus on edistää uusiutuvilla luonnonvaroilla tuotetun sähkön käyttöä ja pienentää hiilidioksidipäästöjä. (2, s. 550.)

Esimerkiksi Suomessa ostettavan ja myytävän sähkön hinta määräytyy Nord Poolin päätösten mukaan. Nord Pool on Pohjoismaiden ja Baltian maiden kanta-verkkoyhtiöiden omistama sähköpörssi, jossa jäsenmaat voivat myydä ja ostaa sähköä. Maat voisivat optimoida sähköntuotantoaan, jos niiden välinen kaupankäynti olisi helpompaa. Tämä johtuu siitä, että sähköntuotantotavat vaihtelevat suuresti jäsenmaiden maiden välillä. Suomen ja Tanskan sähköntuotanto perustuu lämpövoimalaitoksiin, Norja on hyvin riippuvainen vesivoimasta ja Ruotsin tuotanto perustuu vesi- ja ydinvoimaan. (2, s. 552.)

Tariffien määräysten vuoksi sähkön tuottamisesta uusiutuvilla luonnonvaroilla on tullut aikaista kannattavampaa. Tariffit voivat olla kiinteitä, jolloin sähköntuottaja saa aina saman hinnan sähköstä, eivätkä markkinoiden hintavaihtelut vaikuta tuottajan saamaan hintaan. Toinen vaihtoehto on markkinahinnan mukaan muuttuva tariffi. Euroopassa yleisempi on kiinteä tariffi. (2, s. 552.)

2.2 Tuottaminen

Puukaasu (kutsutaan joskus häkäkaasuksi) on eri kaasujen yhdistelmä, joka on tuotettu polttamalla alle tietyn kosteusprosentin olevaa puuta noin 1 000 °C:ssa vähähappisena palamisena, eli kiinteää puuta on ylimäärä verrattuna happeen. Puun polttaminen tapahtuu kaasuttimessa, joka on yleensä sylinterimäinen säiliö. Puukaasu luokitellaan uusiutuviksi energianlähteeksi, sillä sen tuottamiseen käytettävät puut ovat sitoneet selvästi suuremman määrän hiilidioksidia kuin sen polttamisessa vapautuu. (3.)

Huomionarvoista on, että puukaasun tuottoon tarvittava työ tuottaa yleensä oman hiilijalanjälkensä, joten puukaasu ei käytännössä ole täysin hiilidioksidineutraali polttoaine. Puukaasu on erittäin puhtaasti palavaa, ja sitä voidaan käyttää polttoaineena esimerkiksi bensiinimoottorissa ilman suuria muutoksia. Poltettaessa puukaasun päästöt ovat pienemmät kuin esimerkiksi bensiinin mutta hyötysuhde on heikompi kuin fossiilisten polttoaineiden. Puukaasun lämpöarvo on noin 5 - 6 MJ/kg, kun esimerkiksi maakaasun lämpöarvo on 35 - 50 MJ/kg. (3.)

2.3 Hyödyntäminen

Reaktiossa saadaan puukaasun ja lämpöenergian lisäksi hyödyttömiä sivutuotteita. Vaikka puukaasun tuotto on koko prosessin ensisijainen tavoite, voidaan siinä syntyvä lämpöenergia käyttää myös hyväksi. Volter Oy:n omasähkölaitoksessa kaasun tuotossa syntyvää lämpöä ja polttomoottorin lämmittämää jäähdytysnestettä hyödynnetään haluttaessa laitokseen syötettävän kylmän veden lämmitykseen.

Teoriassa puukaasu voitaisiin muuttaa sähköenergiaksi monin eri tavoin, kuten höyryturbiinilla, kaasuturbiinilla tai polttokennolla. Käytännön sovellutuksissa

puukaasu muutetaan sähköenergiaksi lähes aina polttamalla se polttomoottorissa. Puukaasua voidaan käyttää niin otto- kuin dieselmoottoreissa, mutta dieselmoottori tarvitsee puukaasun ja dieselin sekoituksen palaakseen. (1, s. 18.)

Polttomoottorit tarvitsevat erittäin puhdasta polttoainetta tai palaminen johtaa liialliseen moottorin kulumiseen ja huonoon hyötysuhteeseen. Tämän takia puhdistus on olennainen osa puukaasun tuottamista. Puhdistus veden avulla huuhtomalla on tehokas keino, mutta tuottaa paljon nestemäistä karsinogeenista jätettä. Nykyään puhdistus tehdään ei-teollisissa sovellutuksissa yleensä kuivilla suodattimilla. Puhdistetulla kaasulla pyöritettävää polttomoottoria käytetään monessa tapauksessa sähkögeneraattorin pyörittämiseen, jonka avulla puukaasusta saatava energia hyödynnetään. Teoriassa puukaasun hyödyntämiseen voitaisiin käyttää myös erilaisia teknisiä laitteita, kuten polttoyksikköön yhdistettyä höyryturbiinia, kaasuturbiinia, stirlingmoottoria tai polttokennoa. (1, s. 18.)

3 VOLTER OY

3.1 Yrityksen historiaa

Volter Oy on perustettu vuonna 1997 nimellä Fortel Components Oy. Ensimmäiset vuodet yritys toimi sijoitustoiminnan parissa. Bioenergiaan suuntautuminen lähti liikkeelle, kun yrityksen perustaja Juha Sipilä yllättyi mökinrakennusprojektissaan sähköliittymän erittäin korkeasta hinnasta, joka oli suurempi kuin itse mökin ja sen tontin hinta. Tästä lähti idea sähköön tuottamisesta sähköverkon ulkopuolella. Tuulimyllyn ja dieselaggregaatin kautta päädyttiin käyttämään puukaasua, jota aluksi testattiin auton voimanlähteenä. Tästä idea jalostui paikallisen sähköön ja lämmön tuottamiseen. Ensimmäinen referenssikohde valmistui vuonna 2008 Kempeleeseen, jossa prosessia testattiin. (4, s. 11.)

Vuonna 2010 kohde oli valmis ja tekniikka saatu toimivaksi. Vuonna 2011 tehtiin ensimmäinen asiakastoimitus, joka toteutettiin asentamalla tekniikka irto-osina rakennuksen sisälle. Prosessi oli liian aikaa vievä työmaalla tehtävine putki- ja sähköasennuksineen, joten päätettiin, että tekniikka on pystyttävä toimittamaan kokonaisena asiakkaalle. Ensimmäinen tällainen avaimet käteen -periaatteella toimiva laitos toimitettiin asiakkaalle vuonna 2012. (4, s. 11.)

Vuonna 2014 omasähkölaitoksen ulkomuoto otettiin kehityksen kohteeksi ja tuloksena laitoksen ulkoasu uudistettiin. Tämä oli käännekohta yrityksen historiassa, sillä muotoilun jälkeen laitosten myynti lähti aiempaa selvästi nopeampaan kasvuun. Kuvassa 1 on nähtävillä tuotteen kehityskaari. Yrityksen henkilömäärä on vuoden 2013 neljästä henkilöstä kasvanut 2015 seitsemän henkilön kautta 2016 lopun 17 työntekijään. (4, s. 11.)

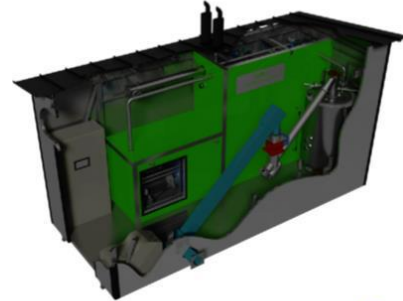
2010



2011



2012



2006



2014



KUVA 1. Volter Oy:n tuotteen kehityskaari (4, s. 12)

3.2 Volter 40 Indoor -omasähkölaitos

Volter Oy:n päätuote on kuvassa 2 esitetty Volter 40 Indoor -omasähkölaitos. Lisäksi yritys myy hakekuivureita sekä huoltopalveluita ja varaosia valmistamiinsa omasähkölaitoksiin.



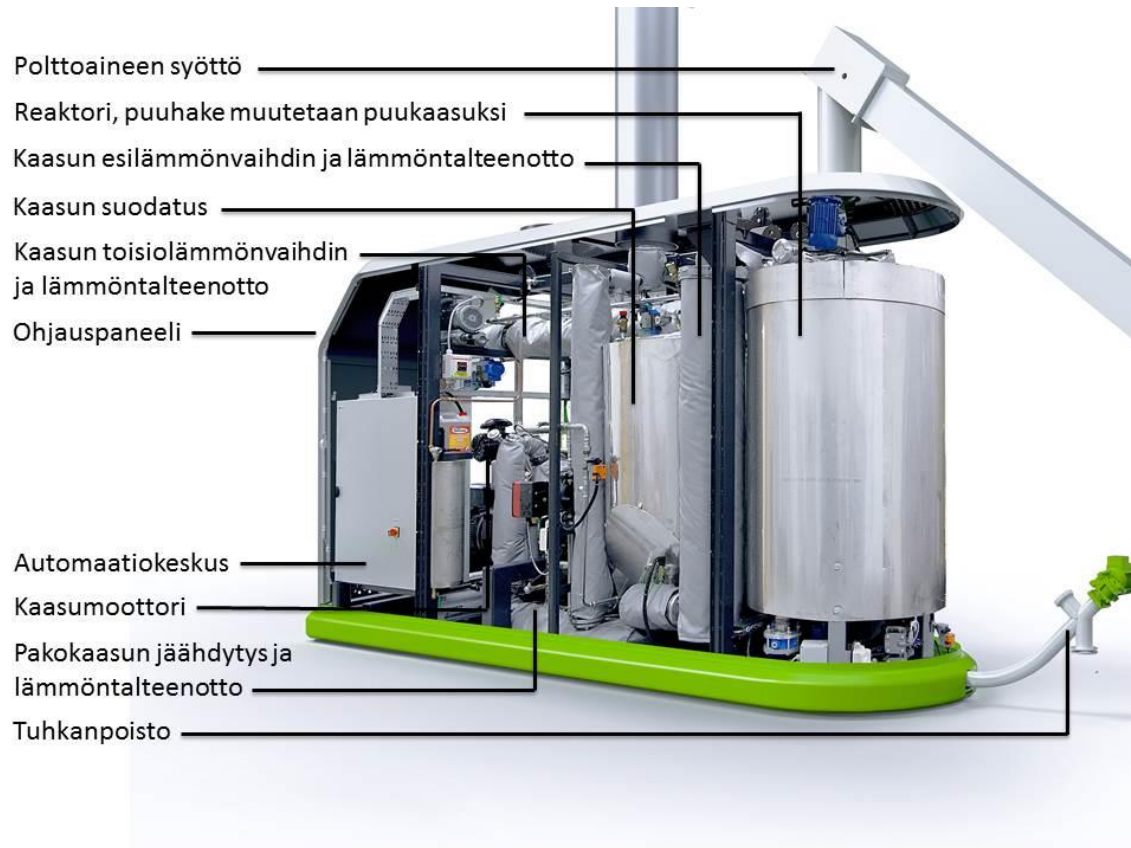
KUVA 2. Volter 40 Indoor -omasähkölaitos (5)

Laitos toimitetaan käyttövalmiina ja se liitetään asiakkaan lämpö- ja sähköverkkoon. Lisäksi laitokseen liitetään polttoainevarasto ja tarvittavat lisävarusteet kuten hakkeen ja tuhkanpoistoon liittyvät kuljettimet. Laitokseen syötettävä puuhake käytetään sähköön tuottoon ja käyttöveden lämmitykseen. (4, s. 13.)

Puuhake muutetaan puukaasuksi kaasuttimessa 1 000 °C:n lämpötilassa. Kaasutuksessa kiinteän polttoaineen ylimäärä aiheuttaa vajaata palamista. Tuloksena on palavia kaasuja kuten häkää, vetyä ja metaania sekä käyttökelvottomia sivutuotteita, kuten tervaa ja pölyä. Vapautunut puukaasu puhdistetaan ja jäähdytetään laitoksen sisällä suodattimen ja lämmönvaihdinten avulla. (4, s. 13.)

Puhdistettu puukaasu toimii polttomoottorin polttoaineena. Polttomoottori pyörittää sähkögeneraattoria, joka on yhdistetty verkkosyöttöyksikköön. Verkkosyöttöyksikön kautta sähkö syötetään sähköverkkoon. Prosessin sivutuotteena syntyy lämpöä puukaasun ja polttomoottorin jäähdytyksestä. Laitoksessa on suljettu jäähdytyskierto, josta lämpöteho voidaan hyödyntää lämmönvaihtimien avulla. Lämpöteho voidaan käyttää laitokseen syötettävän kylmän käyttöveden lämmitykseen. Mikäli lämpötehoa ei hyödynnetä, on laitokseen mahdollista asentaa jäähdytin, jolla jäähdytyskierron lämpöä voidaan laskea. (4, s. 13.)

Omasähkölaitoksessa yhdistyy pneumaattisia, sähkötekniisiä ja mekaanisia komponentteja. Kuvassa 3 on esitetty laitoksen pääkomponentit.



KUVA 3. Volter 40 Indoor -omasähkölaitoksen pääkomponentit (6)

4 TUOTETIEDONHALLINTA

Tuotetiedonhallinta eli PDM (Product Data Management) on järjestelmällinen, ohjattu menetelmä hallita ja kehittää teollisesti valmistettavaa tuotetta ja siihen liittyvää tietoa. PDM-lyhenne tarkoittaa lähes poikkeuksetta myös tuotetiedonhallintaan käytettävää tietojärjestelmää. PDM:n ydin on yrityksen valmistamaan tuotteeseen ja muuhunkin yrityksen toimintaan liittyvän tiedon luomista, säilyttämistä ja tallettamista siten, että se on yrityksen työntekijöille helposti saatavissa. (8, s. 13.)

Tavoitteena on, että kerran tehtyä työtä voidaan hyödyntää uudestaan paikasta, ajasta ja tiedon tekijästä riippumatta. Ajatuksena on samalla muuttaa yrityksessä toimivien työntekijöiden, asiantuntijoiden ja osaaajien hallitsema tieto yrityksen pääomaksi, joka on helposti hallittavissa ja jaettavissa. (8, s. 13.)

Arkipäivän yritystoiminnassa kuten myös opinnäytetyön tekemisen yhteydessä kohdattiin kaksi tuotetiedonhallinnan konkreettisinta ongelmaa (8, s. 18):

1. Tiedon käyttö- ja tallennusmuodot vaihtelevat. Tietoa on tuotettu eri käyttötarkoituksiin, mutta sitä pitäisi pystyä hyödyntämään muussakin kuin kyseisessä tehtävässä, esimerkiksi tuotesuunnittelussa luodun tuotetiedon hyödyntäminen valmistuksessa. Tietojärjestelmien yhteiskäytön puutteen takia tuoterakenne joudutaan syöttämään uudelleen tuotannon järjestelmään.
2. Eri yksiköissä, eri osastoilla ja eri yrityksissä tuotettavan tiedon eheyttä sekä ristiriidattomuutta ei voida varmistaa. Tämä on ongelma, kun tuotetietoa tuotetaan ja säilytetään eri tietovälineillä tai kun tiedon suojaus- ja käsittelytavat poikkeavat eri tahoilla toisistaan.

PDM-järjestelmä liittyy yleensä läheisesti ERP-järjestelmään. ERP (Enterprise Resource Planning) eli toiminnanohjausjärjestelmä on yrityksen toimintojen selkäranka. PDM-järjestelmä on perinteisesti ollut tuotetiedon tuottajien, kuten tuotetekehityksen pääjärjestelmä, kun ERP-järjestelmä on ollut tiedon käyttäjien, kuten tuotannon, pääjärjestelmä. ERP-järjestelmä voidaan integroida moduuli ker-

rallaan esimerkiksi tuotantoon, ostoon, logistiikkaan ja taloushallintoon. Eri muodoissa hoidetaan kyseisen osa-alueen toimintoja kuten asiakastietoja, tilauksia, nimikesaldoja ja valmistettavia rakenteita. (8, s. 66.)

PDM-järjestelmän ja ERP-järjestelmän välillä on oltava jonkinlainen linkki, jolla tuotettu tieto saatetaan suunnitteluosastolta muun yrityksen käyttöön. Yksinkertaisimmillaan tämä hoidetaan esimerkiksi sähköpostitse ja tieto syötetään käsin toiseen järjestelmään. Tehokkaampi keino on siirtotiedostokäytäntö, jolla tiedon lähteenä olevasta järjestelmästä ajetaan ulos tietyssä formaatissa oleva tietoa sisältävä tiedosto, jonka toinen järjestelmä osaa suoraan lukea yhteisen formatin ansiosta. Pisimmälle vietyinä käytetään PDM- ja ERP-järjestelmät linkittävää erillistä sovellusta tai tietokantojen integraatiota. Periaatteessa käytössä on kuitenkin aina joko siirtotiedostoja tai molemmat järjestelmät yhdistävä tietokanta. Joka tapauksessa tuotetun tiedon on oltava esitettynä oikeassa muodossaan molemmissa järjestelmissä. Tämän linkin kehittämisellä todettiin olevan mahdollista säästää paljon turhia työtunteja sekä virheitä.

4.1 Tuotetieto

Tuotteeseen liittyvä tieto voidaan karkeasti jakaa kolmeen ryhmään:

1. Tuotteen määrittelytiedot kertovat yksiselitteisesti valmistettavan tuotteen fyysiset ja toiminnalliset ominaisuudet ja kuvaavat näitä ominaisuuksia tietyn osapuolen näkökulmasta. Ryhmään voi täsmällisen teknisen tiedon lisäksi kuulua abstraktia ja käsitteellistä tuotteen luonteeseen liittyvää tietoa. Esimerkiksi tuotteen CAD-tiedostot kuuluvat tähän ryhmään.
2. Tuotteen elinkaaritiedot liittyvät tuotteen tai asiakasprosessin vaiheeseen kuten tuotekehitykseen, tuotteen valmistukseen tai huoltoon, esimerkiksi tuotteen versionhallinta eli revisiot.
3. Metatieto on tietoa tiedosta, eli sen avulla voidaan kertoa, mihin muotoon ja mihin tieto on tallennettu ja kuka se on tallentanut ja milloin. (8, s. 17.)

Opinnäytetyössä käytetyin tuotetietotyyppi on määrittelytieto, sillä työ perustuu CAD-tiedostojen ja -piirustusten luomiseen ja muokkaukseen. CAD-tiedostot si-

sältävät usein myös 2D- tai 3D-kuvien lisäksi tietoa siinä esitettävästä kappaleesta tai kokoonpanosta. Tällaista tietoa on esimerkiksi materiaali ja toimittajan tuotenumero.

Yrityksen suunnitteluosasto on melko pieni, alle viisi työntekijää. Siksi tuotteen elinkaaritietoihin ja tuotekehitykseen liittyvän tiedon hallinta oli yksinkertaista. Tämä siksi, että kommunikaatio oli saman huoneen sisällä sijaitsevan suunnitteluosaston sisäisesti tehokasta. Jokainen suunnittelija käytännössä tiesi, mitä kukin työstää. Tehtävät muutokset pystyttiin myös käsittelemään nopeasti, eikä esimerkiksi uusiin revisioihin tarvittu laajoja hyväksyntäkierroksia.

Kuitenkin oli tiedostettu, että PDM-järjestelmän käytöllä on oltava selvät käyttöön otetut säännöt jo pienessäkin suunnitteluorganisaatiossa. Pienessä organisaatiossa, jossa työntekijät tietävät, mitä kukin tekee, PDM-järjestelmän käyttö voi tuntua turhalta. Yksittäisen henkilön näkökulmasta voisi olla helpompaa tallentaa tieto henkilökohtaiselle tietokoneelle ja käyttää sitä sieltä, eikä käyttää aikaa tiedostojen päivittämiseen PDM-järjestelmään ja siihen liittyvän metadatan syöttämiseen.

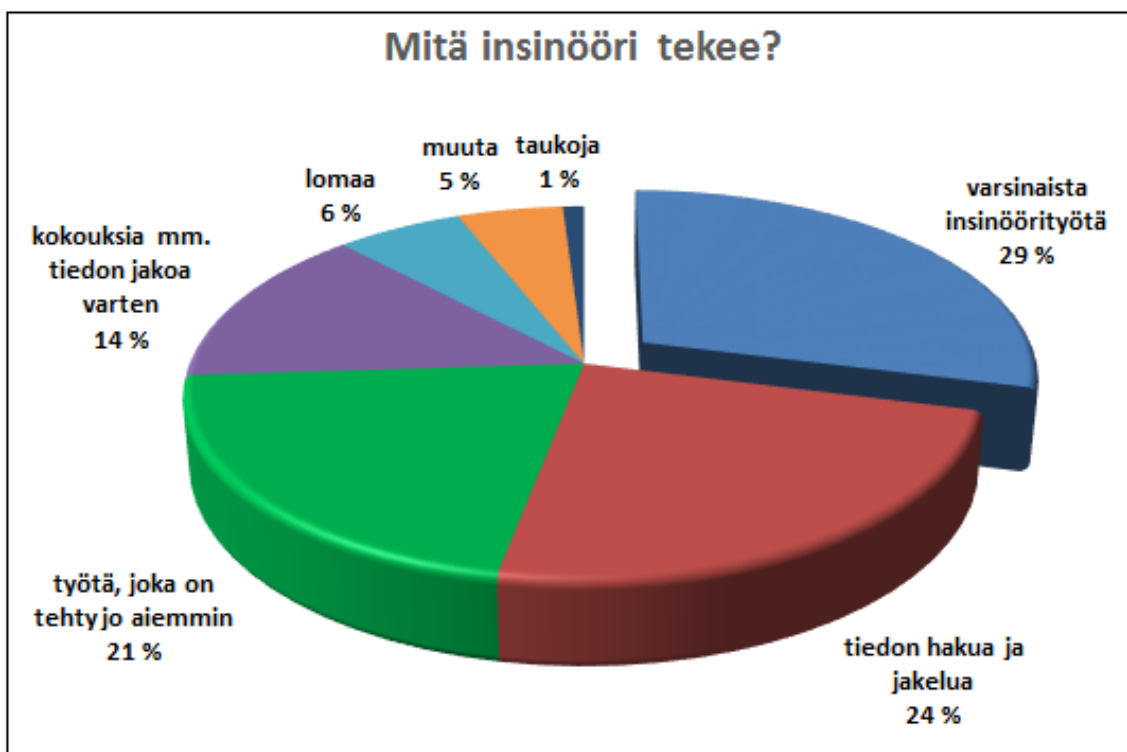
Jos minkäänlaista PDM-järjestelmää ei ole, ongelmia voi tulla silloin, kun toisen työntekijän täytyy käyttää samaa tietoa esimerkiksi jatkaakseen edellisen työntekijän työtä. Tiedostoja voidaan lähettää työntekijältä toiselle, mutta tämä aika oltaisiin voitu alun perin käyttää tietojen lisäämiseen PDM-järjestelmään. Riskinä on myös revisionhallinta, jos aiempi työntekijä unohtaa, että tiedostoja on muokattu hänen jälkeensä ja jatkaa työtä vanhojen tiedostojen parissa.

Suunnitteluorganisaation koon kasvaessa yli kymmeneen henkeen ei tuotetiedon hallinta ole enää tehokkaasti hallittavissa ilman PDM-järjestelmää. Tarkoilla säännöillä voitaisiin selvitä ilman PDM-järjestelmää, mutta on todennäköistä, että aikaa jouduttaisiin kuluttamaan tällöin enemmän kuin jos järjestelmä olisi käytössä. Ilman toimivaa tiedostonhallintaa riskinä ovat myös hukkaa aiheuttavat virheet, kuten turhan työn tekeminen, revisioiden sekaantuminen ja väärän tiedon välittyminen tuotantoon.

Pienessä suunnitteluorganisaatiossa PDM-järjestelmä kasvattaa kokonaistyydytyksää, mutta tämä aika säästetään hyvin todennäköisesti virheiden korjauksesta.

Suurissa suunnitteluorganisaatioissa PDM-järjestelmä on kuitenkin käytännössä pakollinen, että organisaatio kykenee edes tuottavaan työhön eikä jumiudu omien virheidensä korjaamiseen.

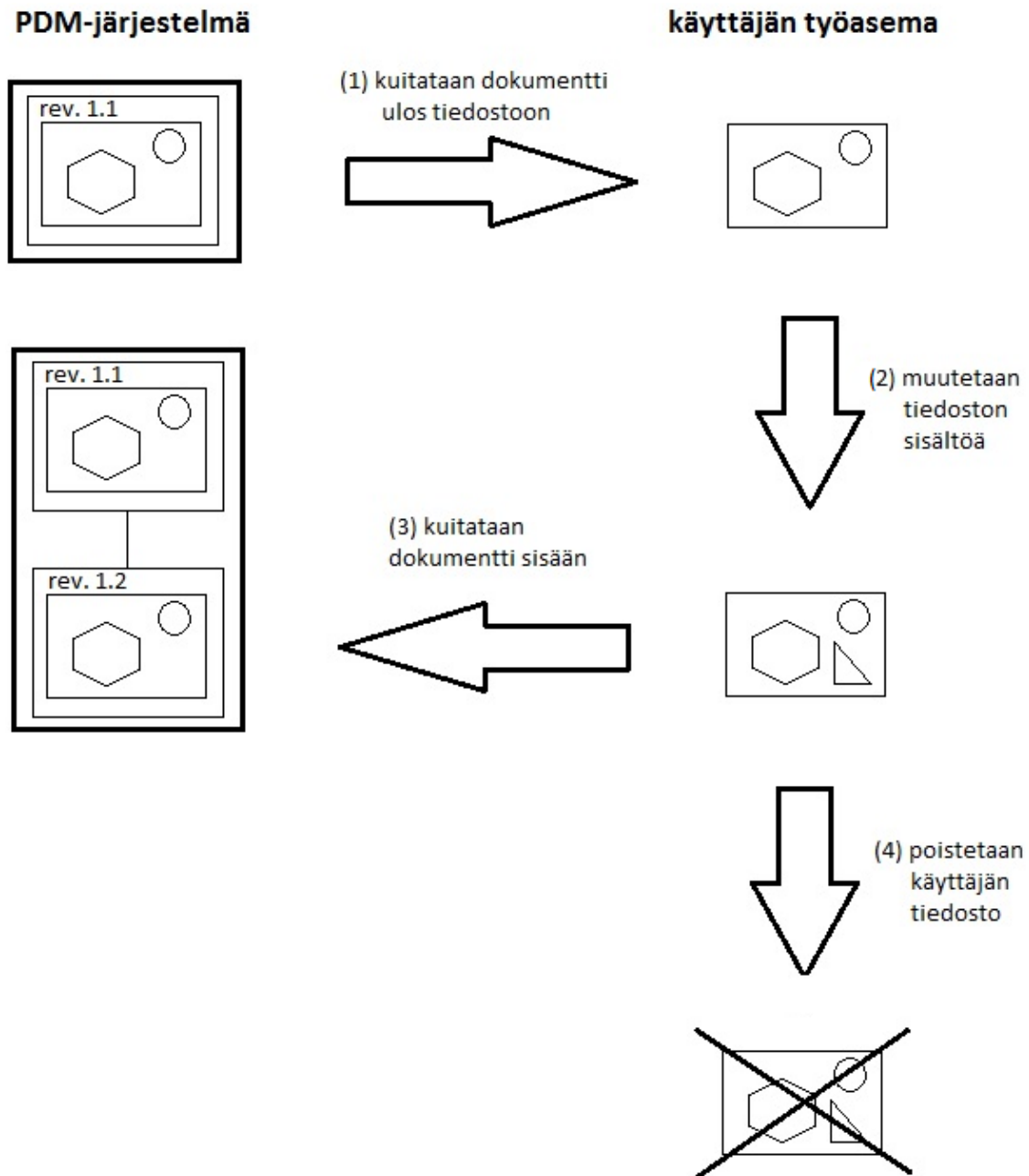
Metatietoa käytettiin pääasiassa oikean tiedon löytämiseen mahdollisimman nopeasti. Kuva 4 havainnollistaa, miten paljon aikaa insinööri kuluttaa tiedon haakuun. Tallennettaville CAD-tiedostoille määritellään tietyt attribuutit, kuten tallennuspaikat ja lisätiedot, joiden avulla niiden löytäminen tulevaisuudessa on aiempaa helpompaa ja nopeampaa. Tietyt tiedostot sidotaan myös yhteen, esimerkiksi valmistuskuvat linkitetään niihin liittyviin CAD-tiedostoille. On kuitenkin tärkeää, että PDM-järjestelmän käyttö pidetään mahdollisimman tarkoituksenmukaisena, jotta sen käyttö ei kuluta työaikaa turhaan. Tämä tarkoittaa sitä, että tiedostoilla on tarvittavat metatietokentät, muttei mitään ylimääräistä.



KUVA 4. Insinöörin ajankäyttö (8, s. 100)

Metatiedon hallintaan liittyy myös PDM-järjestelmien perusominaisuus, eli tiedostojen ulos ja sisään kuittaminen. Kun tiedosto kuitataan ulos, voi sitä muokata vain sen ulos kuitannut henkilö. Kun henkilö kuittaa tiedoston takaisin sisään, jää siihen järjestelmästä riippuen erilaista metatietoa, kuten kuka sitä on käyttänyt ja

milloin hän on kuitannut sen takaisin sisään. Esimerkiksi Autodesk Vault muodostaa tiedostosta myös uuden revision aina, kun tiedosto kuitataan sisään. Ku-
vassa 5 on havainnollistettu toimintatapa, jossa tiedosto poistetaan muokkauk-
sen tekijän työasemalta muokkauksen jälkeen. Tällöin tiedoston uusin versio on
aina vain PDM-järjestelmässä.



KUVA 5. Uuden revision luonti automaattisesti dokumentin sisäänkuittauksen yhteydessä (9, s. 53)

Kun nimikettä muutetaan siten, että uusi versio korvaa vanhan version, luodaan nimikkeestä uusi revisio. Yleisesti tulisi käyttää niin sanottua fff-periaatetta (form, fit and function), eli uuden revision olisi oltava yhteensopiva vanhojen revisioiden kanssa muotonsa, sopivuutensa ja toimintojensa puolesta. Jos näin ei ole, ei uutta versiota pitäisi kutsua uudeksi revisioksi vaan omaksi nimikkeekseen. Yleensä uutta revisiota voidaan käyttää minkä tahansa vanhan revision paikalla, mutta vanhaa revisiota ei välttämättä kaikkien uudempien revisioiden tilalla. Uusia revisioita joudutaan tekemään esimerkiksi, jos tuote ei toimi tyydyttävästi tai tuotantomenetelmät muuttuvat. (9, s. 34.)

Periaatteessa kaikilla PDM-järjestelmän käyttäjillä ei tarvitse olla oikeuksia tiedoston ulos kuitaamiseen. Tuotannon henkilöstölle yleensä riittää, että he pääsevät tarkastelemaan valmistuspiirustuksia ja muita tiedostoja, ilman että he tekisivät niihin muutoksia. Käytäntönä voi olla, että CAD-ohjelmalla tehdyistä kuvista tallennetaan muita käyttäjiä varten PDF-tiedostot, jotka ovat luettavissa ilman CAD-ohjelmaa. Autodesk Vaultissa on myös verkkokäyttöominaisuus, jossa web-selaimella pystyy katselemaan Vaultiin tallennettua tietoa. Toivotuista muutoksista ilmoitetaan erikseen suunnitteluosastolle.

PDM-järjestelmän eri käyttäjille voidaan määrittää erilaisia oikeuksia muutosten tekoon heidän työnkuvansa mukaan, jotta välttyään vahingoilta. Tiedoston ulos kuitaaminen voidaan estää asettamalla se "tuotantoon vapautetuksi" tai muuten lukituksi. Tällöin tuote on asetettava takaisin keskeneräiseksi, jotta se voidaan taas kuitata ulos. PDM-järjestelmän käyttäjän on oltava tarpeeksi tietoinen käyttämänsä järjestelmän ominaisuuksista ja yrityksen käytännöistä, jotta tiedostojen ja metatiedon eheys säilyy. PDM-järjestelmä on hyvin riippuvainen sitä käyttävistä henkilöistä ja on vain apuväline tiedon hallinnassa.

Esimerkkinä ostajana toimivalla henkilöllä on oikeudet muokata tiedostoja PDM-järjestelmässä, ja hän haluaa päivittää tiettyjen osien osakoodit. Henkilö muuttaa osakoodit tuotteiden valmistuspiirustuksiin, mutta ei tarkista, että tieto päivittyy myös valmistuspiirustuksiin linkitettyihin CAD-tiedostoihin. CAD-tiedostot ovat tiedostohierarkiassa valmistuspiirustusten isäntiä, eivätkä täten lue tietoa valmistuskuvasta, vaan toisin päin. Henkilö ei myös huomaa, että tietyt valmistuspiirustukset ovat lukittuja, ja hän tallentaa niihin vain paikallisia muutoksia, jotka eivät

päivity PDM-järjestelmään. Tuloksena osia voidaan yhä tilata väärillä numeroilla, jolloin saavutetaan sekaannusta suunnittelun ja tuotannon välille ja joudutaan selvittämään mitä on tehty väärin. Toisin sanoen menetettyjä työtunteja ja hukkaa voi kertyä paljon hyvin pienilläkin virheilläkin.

4.2 Tuoterakenne

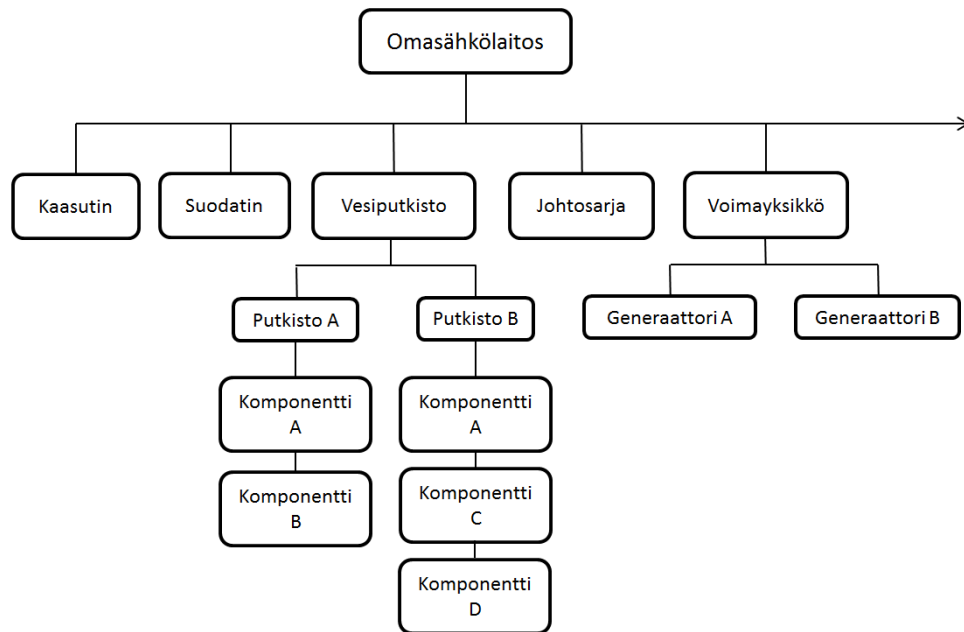
Tuoterakenne luo pohjan osalle PDM-järjestelmän perustoiminnoista. Suuri osa järjestelmän perustoiminnoista rakentuu tuoterakenteiden ja nimikkeiden käytölle. Tuoterakenteen kuvaamiseen käytetään yleensä olioita, eli tietyn tuotteen osaa, kokoonpanoa tai muuta vastaavaa tietoa kuvaavia tietoalkioita. (8, s. 51.)

Olioilla on toisiinsa nähden erilaisia riippuvuuksia, jotka muodostavat hierarkian ja edelleen itse tuoterakenteen. Riippuvuudet periytyvät alaspäin, eli alemmilla olioluokilla on ylempien ominaisuudet ja muuttuneet lisäominaisuudet. Esimerkiksi kytkinanturi ja analoginen anturi voivat olla anturiluokan alaluokkia. Olion ominaisuuksia voidaan kuvata attribuuteilla eli määreillä. Kokoonpanon osana olevan komponenttiolion määreitä voisivat olla materiaali, paino, osanumero ja kustannus. (8, s. 51.)

Tuoterakenne muodostaa PDM-järjestelmän perustan. Tuotehallintajärjestelmään sisällytetyt nimikkeet eli komponentit, kokoonpanot ja dokumentit kiinnitetään tuotteeseen ja toisiinsa tuoterakenteen perusteella. (8, s. 51.)

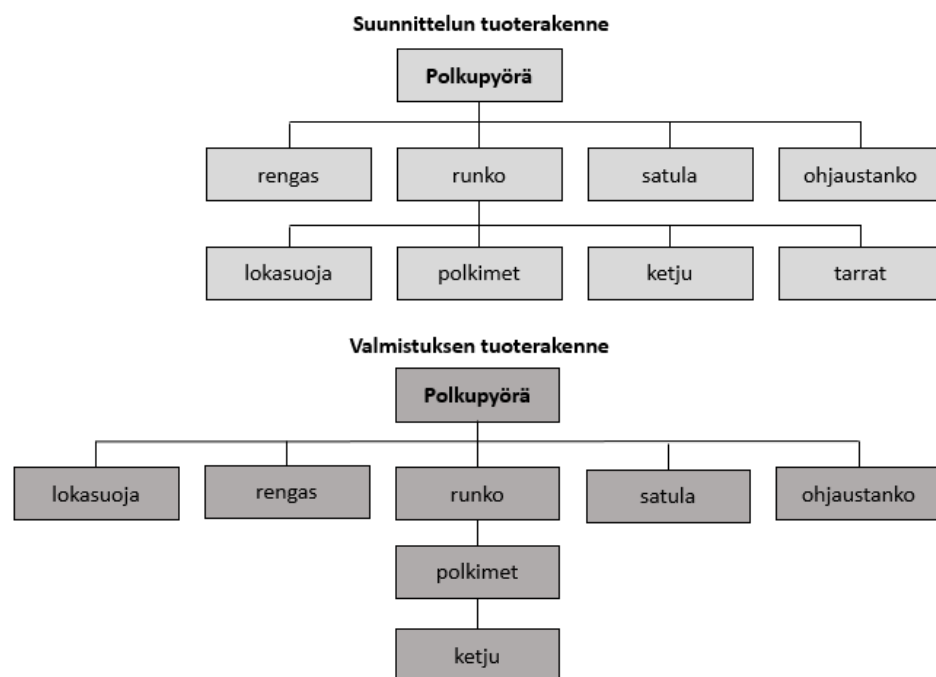
Tuoterakenteet vaihtelevat valmistettavan tuotteen luonteen mukaan. Periaatteessa tuoterakennetyypeistä voi esittää kolme mallia jaoteltuna valmistettavan tuotteen mukaan. Ensimmäisessä ääripäässä on täysin yksilöllinen tuote, jonka jokainen yksilö on uniikki ja toisessa ääripäässä suuren volyymin massatuote, jonka varioitavuus on pientä, esimerkiksi matkapuhelin. (8, s. 51 - 52.)

Omasähkölaitos sijoittuu näiden kahden tyypin välille, kuitenkin lähemmäksi massatuotetta. Laitokset valmistetaan tilauskohtaisesti, mutta varioituvia osia ei opinnäytetyön tekohetkellä ollut montaa. Kuvassa 6 on esitetty karkeasti omasähkölaitoksen tuoterakenne. Esimerkiksi vesiputkisto varioituu sen mukaan, millaisia mittareita asiakas siihen haluaa, ja generaattori valitaan maakohtaisen sähköverkon mukaan.



KUVA 6. Omasähkölaitoksen karkea tuoterakenne

Kuva 6 on periaatteessa suunnittelun näkymä tuoterakenteesta, jossa tuote on esitetty toiminnallisina kokonaisuuksina. Yleinen ongelma tuoterakenteen soveltamisessa tuotantoon on, että valmistusvaiheessa se ei pysy täysin samanlaisena kuin suunnitteluosastolla. Kuvassa 7 on esitetty esimerkki mahdollisista eroavaisuuksista suunnittelun ja valmistuksen tuoterakenteissa.



KUVA 7. Suunnittelun ja valmistuksen tuoterakenteiden ero (8, s. 37)

Ongelmana voi myös olla, että tietyt kokonaisuudet yhdistyvät tuotannon tuoterakenteessa. Esimerkiksi polkimet voivat saapua tuotantoon yhtenä nimikkeenä. Suunnittelun puolella polkimet ovat luultavasti oma kokonaisuutensa, joka sisältää esimerkiksi kammet, polkimet ja kiinnitystarvikkeet omina kokoonpanoinaan. Tällöin suunnittelun tekemät muutokset kiinnitystarvikkeisiin muuttaisivat koko polkimet-nimikettä tuotannossa. Tällöin on myös olemassa riski sekaannukseen revisionhallinnan kanssa, jos tietoa siirretään suunnittelun järjestelmästä tuotantoon, yleensä PDM:sta ERP:iin.

5 VARAOSAKIRJA

Varaosakirja on ennen kaikkea asiakkaan ja huollon käyttöön tuotettu tuotteen liittyvä dokumentti. Sen käyttäjiä ovat myös jälleenmyynti, osto-organisaatio ja mahdollisesti myös tuotanto. Varaosakirja koostuu pääosin varaosakuvista sekä osiin liittyvästä informaatiosta. Varaosakirjaa käytetään pääasiassa laitteen huollossa tunnistamaan laitteen osa tai osia, jotka halutaan vaihtaa tai huoltaa. Varaosakirjan avulla asiakas tai huoltaja voi helposti ilmoittaa jälleenmyyjälle tarvitsemansa osan esimerkiksi osakoodin avulla löydettyään sen varaosakuvasta. Varaosakirjan tulisi siksi myös vähentää jälleenmyynnin ja käyttäjän ylläpidon kustannuksia.

Ilman varaosakuvia joudutaan usein turvautumaan valokuvien käyttöön, tarvittavan osan sanalliseen kuvailuun esimerkiksi puhelimen välityksellä tai ääritapauksissa valmistajan henkilöstön paikalle kutsumiseen. Tällainen toiminta antaa valmistajasta hyvin alkeellisen kuvan. Mahdollinen huonosta varaosakirjasta tai sen puuttumisesta aiheutuva väärän osan lähettäminen asiakkaalle aiheuttaa ylimääräisiä toimitus- ja mahdollisesti reklamaatiokuluja sekä asiakastyytyväisyyden ja valmistajan luotettavuuden laskua. Hyvin toimiva varaosakirja yhdistettynä kunnonlaiseen jälkimarkkinointiin antaa yrityksestä luotettavan ja toimivan kuvan, ja sillä voi olla asiakastyytyväisyyttä nostava vaikutus muuten negatiivisessa tilanteessa, kuten osan ennenaikaisessa rikkoontumisessa.

Varaosakirjan sisältö liittyy jossain määrin yhteen huoltokirjan kanssa, ja huoltokirjan puuttuessa voidaankin käyttää varaosakirjaa. Varaosakirjasta pystytään tarkistamaan esimerkiksi osien irtoamissuunnat ja kokoonpanojärjestys. Valmistaja ei kuitenkaan välttämättä ole esittänyt kaikkia osia erillään varaosakirjassa, jos ne myydään kokonaisuuksina. Varaosakirjan tarkoitus ei siis ole olla huoltokirja, mutta se on myös huoltotöissä erittäin käyttökelpoinen dokumentti. Periaatteessa varaosakirjasta voitaisiin tietyissä tapauksissa muodostaa huoltokirja lisäämällä siihen esimerkiksi ruuvien kiristysmomentteja, käytettäviä työkaluja ja nesteitä sekä sanallisia ohjeita.

5.1 Varaosakirjan ominaisuudet

Huomioitavaa on, ettei varaosakirjojen luomisesta ole olemassa mitään virallista standardia, minkä takia varaosakirjat vaihtelevat valmistajien mukaan. EU:n asettama direktiivi 2006/42/EY eli konedirektiivi määrittää tietyt asioita laitteen käyttöohjekirjasta, mutta varaosakirjasta siinä ei ole mainintoja. Käyttöohjekirjasta mainitaan, että sen on sisällytettävä ne varaosat, jotka vaikuttavat käyttäjän terveyteen tai turvallisuuteen.

Varaosakirjojen laajan käytön takia niistä on muodostunut yleisiä hyväksi havaittuja käytäntöjä. Tämän takia varaosakuva käsitteenä ja siltä vaadittavat ominaisuudet ovat jotakuinkin vakiintuneita ja voidaan puhua esimerkkien asettamista standardeista. Vaikka varaosakirja on vaatimuksiltaan suhteellisen yksinkertainen dokumentti, sisältää se kuitenkin joissain tapauksissa erittäin paljon tietoa, eivätkä läheskään kaikki valmistajien tarjoamat varaosakuvat ole optimaalisella tasolla. Haasteita aiheuttaa esimerkiksi selkeyden säilyttäminen monimutkaisissa pieniä osia sisältävissä kokonaisuuksissa sekä revisionhallinta nopeasti muuttuvissa kokonaisuuksissa.

Varaosakirjan sisällöstä ei ole tiettyä kaavaa, mutta kirjoittajan itse muodostama kuva hyvän paperiseksi sovellettavan varaosakirjan sisällöstä mm. suurien moottoripyörävalmistajien varaosakirjoja mukaillen on seuraavanlainen (9; 10):

1. kansilehti, pääkuva tuotteesta, tarvittaessa tuotteen valmistusnumero
2. revisionhallinta, tietoa dokumentista
3. sisällysluettelo
4. selkeä kuva tuotteesta jaettuna loogisiin pääkategorioihin ja merkittynä sivut, joilta kategorioiden kuvat löytyvät
5. Selkeät ja visuaaliset varaosakuvat pääkategorioiden alle sijoittuvista kokoonpanoista. Jos varaosakuvien kannalta on järkevää, voidaan pääkategorioiden alaisista kokoonpanoista tehdä alikokoonpanoja, joista esitetään omat varaosakuvat. Alihankkijoiden toimittamien osien varaosakuvien sisällyttämisestä on päätettävä tilannekohtaisesti.
6. lista räjäytyskuviin sisällyttämättömistä tuotteista, esimerkiksi voiteluaineista ja pienosista sekä mahdollisesti muista usein kuluvista osista kuten suodattimista

7. mahdollinen lista ja kuvat tuotteen huoltoon tarvittavista erikoistyökaluista.

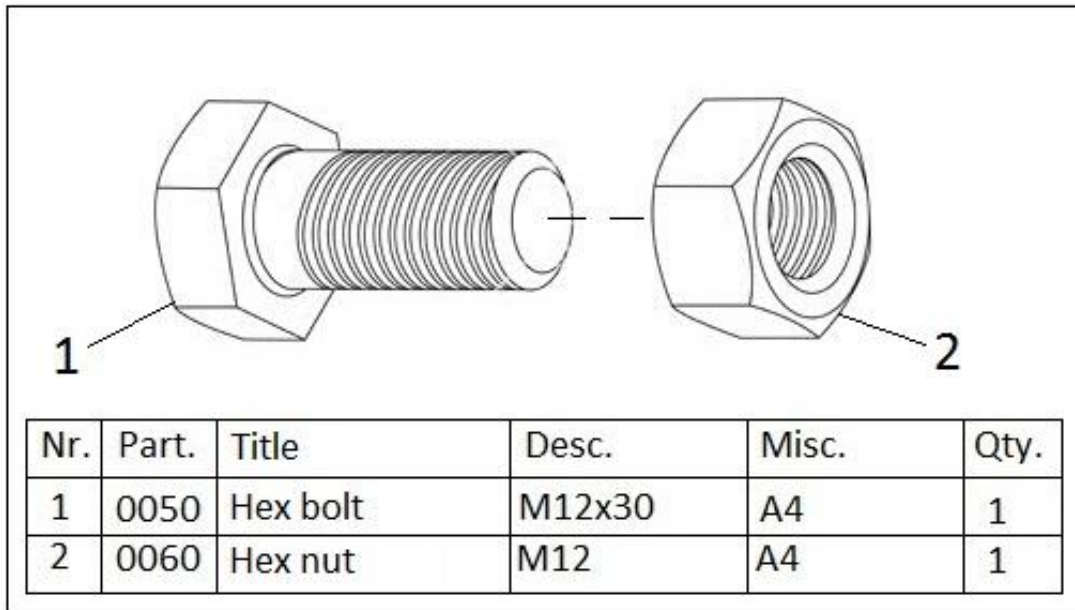
Suuri painoarvo hyvästä varaosakirjasta on hyvin suunnitelluilla varaosakuville ja tietokentillä, jotka yleensä muodostavatkin suurimman osan varaosakirjasta.

Tiivistettynä hyvä varaosakirja antaa käyttäjälle tietoa, jota hän tarvitsee ja voi soveltaa tarvitsemiinsa tarkoituksiin. Tiedon on oltava ymmärrettävää, helposti löydettävässä muodossa sekä ajan tasalla tai sen ajantasaisuus on oltava mahdollista tarkistaa.

5.2 Varaosakuva

Varaosakuva on usein varaosakirjan keskeisintä sisältöä. Siinä on esitetty tietyn osakokoonpanon tai kokonaisuuden sisältämät osat visuaalisesti, yleensä kolmiulotteisesti tai tarvittaessa kaksiulotteisesti kaksiulotteisella pohjalla, sekä osiin liittyvää tietoa. Varaosakuvassa on pyrittävä mahdollisimman yksinkertaiseen ja selkeään esitysmuotoon, eli tietoa ei saa olla liikaa eikä liian vähän. Käyttäjälle turha tieto hidastaa olennaisen tiedon löytämistä ja nostaa riskiä sekaannuksen tapahtumiseen.

Yleensä varaosakuva on räjäytyskuva, eli siinä esitetään kappaleen osat hieman toisistaan erotettuina. Hyvässä räjäytyskuvassa osat pyritään näyttämään selkeyden takia erotettuina niiden todelliseen irroitussuuntaan, eli esimerkiksi kuusioruuvissa oleva mutteri näytetään kuusioruuvien kierteisestä päästä pituusakselin suuntaan pois päin siirrettynä. Selkeyden vuoksi räjäytyskuvassa käytetään apuviivoja näyttämään toisiinsa liittyvät osat tai yhdistämään osanumerot vastaviin osiinsa. Kuvassa 8 on esitetty yksinkertainen varaosakuva.



KUVA 8. Esimerkki yksinkertaisesta kuusioruuvien ja mutterien varaosakuvasta

6 VARAOSAKIRJAN MUODOSTAMINEN

Opinnäytetyö aloitettiin vuoden 2016 lopulla alustavalla perehdytyksellä työn aiheeseen, minkä jälkeen suoritettiin tuotantoon ja tuotteeseen perehtyminen työskentelemällä Volter Oy:n tuotantotiloissa. Tämän jälkeen siirryttiin yrityksen Kempeleen toimistoon aloittamaan itse opinnäytetyötä. Aluksi perehdyttiin yrityksen PDM-ohjelmaan Autodesk Vaultiin suunnittelijan johdolla. Tämä tehtiin, jotta pystyttiin omatoimisesti muokkaamaan CAD-tiedostoja, luomaan varaosakuvia ja tallentamaan ne yrityksen palvelimelle. CAD-tiedostot oli käytävä läpi ja tarvittaessa niitä oli muokattava järkevien osakokonaisuuksien muodostamiseksi varaosakuvia ajatellen. Tarvittaessa kokoonpanoihin myös lisättiin niistä puuttuvia osia.

6.1 Vanha varaosakirja

Yrityksen aiempi varaosakirja oli käytännössä yrityksen ensimmäinen ja oli pikaisesti hätäiseen tarpeeseen tehty. Se oli kuitenkin jo valmistuessaan vuonna 2014 vajavainen ja tiedettiin, että tulevaisuudessa tarvittaisiin tehokkaampi ja yhtenäisempi toimintatapa varaosakirjojen valmistamiseen. Vanha varaosakirja ei sisältänyt kaikkien osien kuvia, vaan lähinnä suurimmat osakokonaisuudet.

Vanha varaosakirja oli puutteineenkin käyttökelpoinen ja oli palvellut tarkoituksessaan vuoden 2016 lopulle asti. Varaosakirja oli kuitenkin tuotava ajan tasalle yrityksen tehokkuuden, imagon sekä asiakastyytyväisyyden vuoksi. Huomioitavaa on, että kirjoitushetkellä yrityksen näkymä oli se, että myytävä tuote on ainoastaan Volter 40 Indoor, joka tulee olemaan jatkuvassa kehityksessä. Siksi osakokonaisuudet pysyvät yleensä ottaen samoina, mutta niiden sisälle muutetaan tai lisätään osia, minkä takia varaosakirjan revisionhallinta ja ajan tasalla oleminen oli varmistettava.

Vanhan varaosakirjan kuvat oli toteutettu leikkaamalla ne kuvankäsittelyohjelmalla Autodesk Inventorista ja täytetyt tietokentät Microsoft Office Excel -taulukkolaskentaohjelmasta. Kuvat ja tietokentät oli yhdistetty kuvankäsittelyohjelmalla, minkä jälkeen ne oli liitetty Microsoft Office Word -tiedostoon. Käytettyjen sovelusten tehokas käyttö ristiin on vaikeaa ja kuvien teko tällä tavalla on alkeellista.

Ongelma oli myös varaosien juokseva numerointi räjäytyskuivissa, mikä oli jouduttu tekemään käsin kuvankäsittelyohjelmassa. Yrityksen toiveena oli, että uusi toimintatapa veisi tätä ainakin jollain tavalla eteenpäin.

6.2 Uusi toimintatapa varaosakirjan koostamiseen

CAD-mallien ja varaosakuvien tekemiseen yrityksessä käytettiin Autodesk Inventor -ohjelmaa ja sen laajennusta Autodesk Publisheria, joka on sisällytetty vuoden 2017 Autodesk Inventoriin osaksi pääohjelmaa. PDM-järjestelmänä toimi Autodesk Vault. Kaikki yrityksen omasähkövoimalaan ja sen kehitykseen liittyvä suunnittelutieto, CAD-mallit ja piirustukset tallennetaan Autodesk Vaultiin. Myös varaosakuviin liittyvät tiedostot ladattiin Vaultiin niiden valmistuttua. Niille määritettiin tiedot, joista selviää, että ne ovat varaosakuvia ja mihin kokoonpanoon ne liittyvät.

Uusi toimintatapa varaosakirjan koostamiseen oli päätettävä heti työn alkuvaiheessa, koska tiedettiin, että suurin osa työstä kuluu varaosakuvien työstämisessä. Tämän takia käytäntö oli muodostettava ensin, jotta sitä pystyttiin soveltamaan varaosakuvien valmistamisessa. Asiasta pidettiin opinnäytetyön alkupuolella palaveri jälkimarkkinoinnista vastaavan henkilön ja pääsuunnittelijan kanssa. Uuden käytännön periaate löydettiin nopeasti yrityksen puolelta tulleiden ehdotusten pohjalta. Tässä toimintatavassa pystyttiin parhaiten soveltamaan yrityksestä jo löytyvää CAD-tietoa ja pitämään se käytännöllisenä myös tulevaisuudessa.

Ideaksi muodostui uusien varaosakuviksi omistettujen Inventor Presentation -tiedostojen teko, joiden avulla kokoonpano voidaan esittää osat eriteltynä toisistaan. Inventor Presentation -tiedostoja oli aiemmin tehty yrityksen tuotannon käyttöön ja katsottiin että mahdollisuuksien mukaan niitäkin voitaisiin soveltaa varaosakuviksi.

Varaosakuvien muodostus vaati ohjelmallisesti sen, että kokoonpanot, joista ne muodostetaan, ovat tarkoituksenmukaisia. Esimerkiksi koko tuotteen kiinnitystarvikkeita ei ole järkevää esittää omassa varaosakuvassaan, vaan niiden täytyy olla esitettynä niihin liittyvissä rakenteissa. Ohjelmatasolla kokoonpanotiedostot on siis muokattava sisältämään niiden käytännössä sisältämät osat. Päätettiin, että

varaosakuviissa esitettävistä kokoonpanoista muodostetaan suunnittelun tuoterakenteen päätasot. Tämä siksi, että kahden rinnakkaisen tuoterakenteen päivittäminen aiheuttaa liikaa työtä ja että aiempi suunnittelun tuoterakenne sopi pääosin varaosakuviin. Varaosakuviissa esitettävät kokonaisuudet ovat myös melko looginen tapa jakaa tuoterakenne osiin.

Työn alkuvaiheessa työjärjestyksesi päätettiin, että itse varaosakuvat ja niihin liittyvät CAD-tiedostot ja kokoonpanojen muutokset pyritään ensin tekemään valmiiksi. Kun varaosakuvat, eli varaosakirjan pääsisältö, olivat valmiit, siirryttiin taittovaiheeseen. Tällöin suoritettiin otsikointi, sivujen järjestäminen ja numerointi, visuaalisen ilmeen muodostus ja varaosakirjan muun sisällön valitseminen. Taittovaiheen lopuksi varaosakirja saatettiin fyysiseen muotoon.

Taittovaiheen aikana pidetyn työn katselmoinnin aikana esiin nousi varaosakirjan revisiohallinta. Tulevaisuudessa voidaan joutua koostamaan uusia varaosakirjoja tuotteen varioituessa, joten on tärkeää, että varaosakirja sisältää oikeaa tietoa juuri siitä CHP-laitoksesta, johon se liittyy. Päätettiin, että varaosakirjoille annetaan omat yrityksen sisäiset osanumerot, joiden perässä ilmoitetaan revisionumero. Osanumerot syötetään myös yrityksen PDM ja ERP -järjestelmiin.

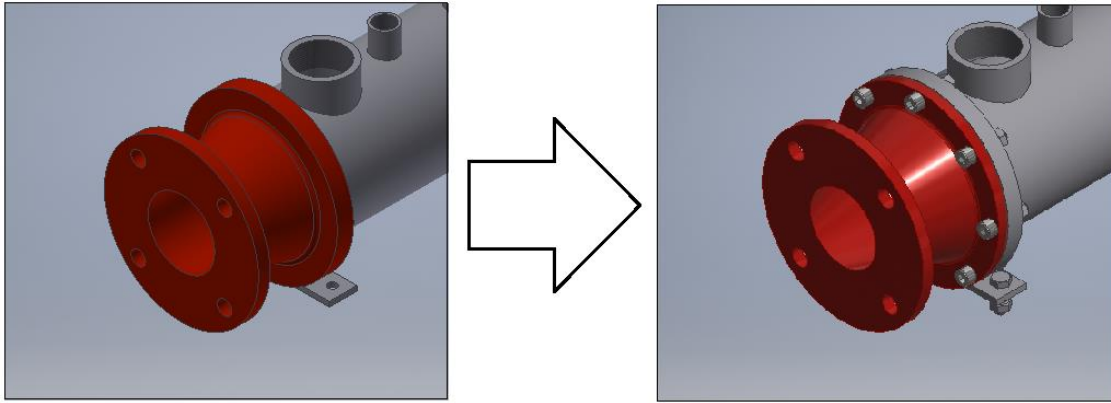
6.3 Varaosakuvasivun muodostus

6.3.1 CAD-tiedostojen muokkaus

Ennen kuin kokoonpanosta voitiin muodostaa räjäytyskuva, tarkistettiin, että kokoonpano sisältää kaikki sen todellisuudessa sisältämät osat siinä tarkkuudessa kuin ne halutaan esittää. Jotkin osat oli mallinnettu, mutta ne oli sisällytetty muotoina johonkin toiseen osaan. Tällöin kaikista osista mallinnettiin omat osatiedostot. Jos kokonaan puuttuvia osia todettiin olevan, lisättiin ne joko kirjastosta tai luotiin niistä uudet CAD-tiedostot.

Esimerkiksi putkilämmönvaihtimen päätylaipat olivat sisällytettyinä putkilämmönvaihtimen muodoiksi (kuva 9). Päätylaipoista täytyi muodostaa omat osatiedostot, jotta ne voidaan esittää irrotettuina itse lämmönvaihdinputkesta. Pääsyyinä oli se, että näiden osien välissä on tiivisteet, joita myydään varaosina. Osat mitoitet-

tiin erillään, mallinnettiin, lisättiin PDM-järjestelmään niihin liittyvine metatietoineen ja lisättiin kuvaan kiinnitystarvikkeet. Tämän jälkeen osat pystyttiin esittämään erillään varaosakuvassa ja ne löytyivät oikeassa muodossa myös PDM-järjestelmästä.



KUVA 9. Putkilämmönvaihtimen CAD-mallin päivitys, vasemmalla alkuperäinen malli

Uusia CAD-tiedostoja luotaessa kappale mitoitettiin, muodostettiin siitä mittatarkka 3D-malli ja lisättiin tarvittava malliin liittyvä metatieto, kuten valmistajan tuotenumero. Tämän jälkeen tiedosto ladattiin PDM-järjestelmään, jossa sille muodostettiin ensimmäinen revisio ja asetettiin sen tila ”tuotantoon vapautetuksi”, jolloin tiedostoa ei enää pysty muokkaamaan vaihtamatta sen tilaa. Mallinnetut kappaleet olivat siis jo tuotteessa käytettäviä osia, joita ei vain tähän mennessä ollut mallinnettu omina osatiedostoinaan.

Tarvittaessa kokoonpanojen välillä siirrettiin osia. Ongelmana olivat tiettyjen kokoonpanojen monimutkaiset rakenteet, jotka sisälsivät osia monessa tasossa. Opinnäytetyön tekijän ehdotuksesta varaosakuvat monitasoisista kokoonpanoista esitettiin aloittamalla ylimmästä kokoonpanosta, jota purettiin loogisin askelein alkaen ulkopinnasta, kuten kokoonpano oikeastikin purettaisiin. Idea todettiin toimivaksi ja selkeäksi esityksen kannalta: kaikki osat tulevat esitellyiksi ja huoltoa ajatellen on loogista, että mitä helpommin vaihdettava osa on, sitä aiemmin se esiintyy varaosakuvin.

Vesiputkiston osat puristetaan valmistettaessa putkipuristimella kiinteiksi kokonaisuuksiksi. Täten varaosakirjassa ei voida järkevästi esittää kaikkia putkiston

osia eriteltynä, kuten kulmia ja liitoskappaleita, koska ne voidaan irrottaa toisistaan vain rikkomalla ne. Putkiston osista muodostettiin kokoonpanoja erottamalla putkistorakenteet pääasiassa liitoskohdista. Joistakin putkiston kokonaisuuksista olisi kuitenkin tullut liian isoja, sillä liitoskohtia oli liian harvassa. Tilanteessa, jossa laitokseen täytyy vaihtaa yksi putken pätkä, ei ole järkevää, että jouduttaisiin vaihtamaan laaja kokonaisuus, joka sisältää jopa kymmeniä osia. Tällaisissa kokoonpanoissa putkisto erotettiin pienemmiksi kokonaisuuksiksi kohdista, joista se voitaisiin käytännössä katkaista.

Kokoonpanoja muokattaessa pyrittiin myös huomioimaan ERP:n tarpeet tuoterakenteelta. Pääosin ERP:n tuoterakenne seuraa suunnittelun tuoterakennetta, mutta jotkut osat ostettiin esimerkiksi erilaisina kokonaisuuksina kuin millaisina kokoonpanoina ne olivat suunnittelun tuoterakenteessa. Tällöin konsultoitin tuotannon ja oston henkilöstöä ja pohdittiin yhdessä järkevintä rakennetta. Usein varaosakirja kuitenkin määritteli toteutettavat rakenteet sen mukaan, millaisia kokonaisuuksia on pystyttävä tarjoamaan varaosina. Tällöin muutokset jouduttiin tekemään ERP:iin.

Käytännössä kaikki omasähkölaitoksen kokoonpanot käytiin läpi ja niistä muodostettiin uusi tuoterakenne, joka myös sisältää täydellisemmin kaikki laitoksen sisältämät osat. Lisäksi suureen määrään osia lisättiin tai muokattiin englanninkielisiä nimityksiä sekä korjattiin aiempia tietoja tuotteesta. Uusi tuoterakenne muodostettiin aluksi käytössä olleen tuoterakenteen rinnalla ja se otettiin käyttöön, kun se oli saatu muodostettua kokonaan.

6.3.2 Osaluettelo

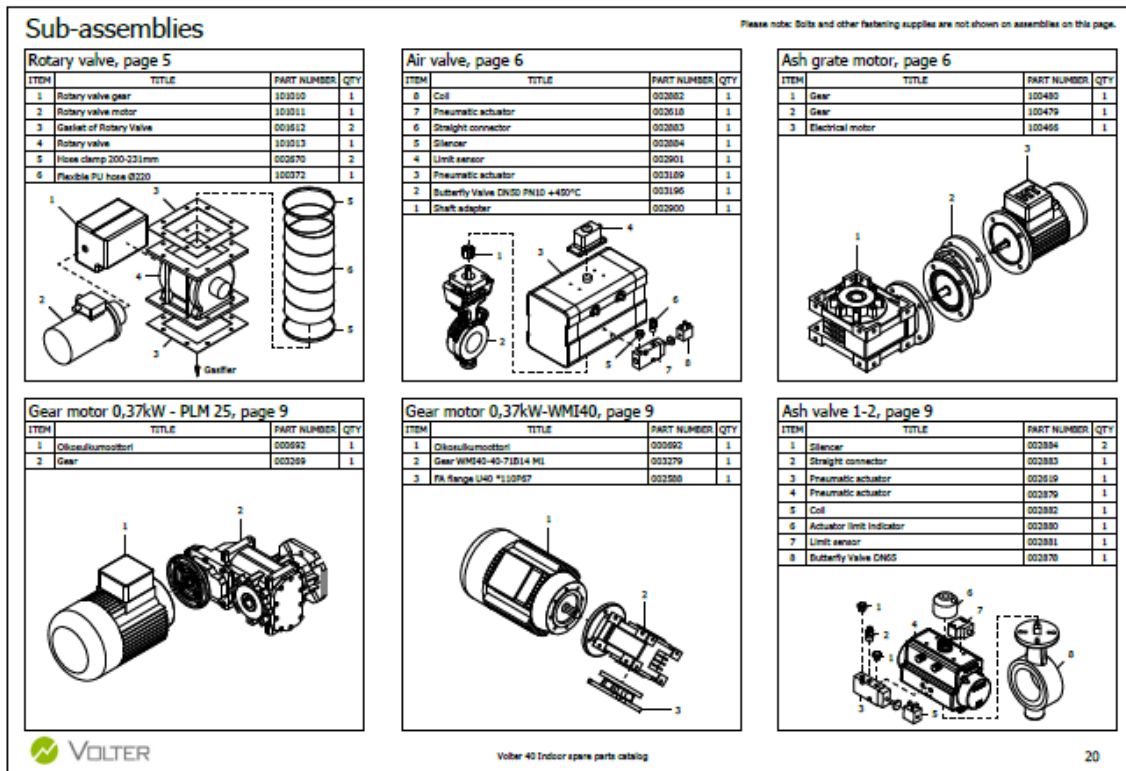
Osaluettelo eli BOM (Bill Of Materials) esittää taulukoituna kaikki kokoonpanon sisältämät osat ja niiden tiedot. CAD-ohjelmissa BOM pystytään generoimaan automaattisesti kokoonpanon osien sisältämän metatiedon perusteella. BOM:n generointiin vaikuttaa myös kokoonpanojen ja osien hierarkia. Se voidaan esittää listaamalla kaikki pääkokoonpanon alikokoonpanojen alle sisältyvät osat tai vain pääkokoonpanon alla olevat alikokoonpanot ja osat kuten kuvassa 10 on esitetty.

Älypuhelin BOM	
Kokoonpanotaso	Osataso
1. Kuoret	1. Kuoret
2. Näyttö	1.1 Etukuori
3. Tekniikka	1.2 Takakuori
	2. Näyttö
	3. Tekniikka
	3.1 USB-liitin
	3.2 Akku
	3.3 Fyysiset näppäimet
	3.4 Piirilevy
	jne...

KUVA 10. Esimerkki osaluettelon rakenteista

Huomioitavaa on, että varaosakuissa on usein päästävä osatasolle asti. Ongelmaksi muodostuu kuitenkin yhdellä sivulla järkevästi esitettävän tiedon määrä. Työn edetessä päätettiin, että yhdellä sivulla ei esitettäisi yli 50:tä erillistä osaa, ja tämä huomioitiin myös kokoonpanojen muodostamisessa.

Alihankkijoiden toimittamien kokoonpanojen kuten sähkömoottorien ja venttiili-toimilaitteyhdistelmien varaosakuvat päätettiin esittää erillään varaosakirjan lopussa (kuva 11). Tämä sen takia, että usein tällaiset alikokoonpanot sisältävät yksistään paljon osia, joten varaosakuvat saadaan pidettyä yksinkertaisempina. Lisäksi tuoterakenteen takia alihankkijoiden toimittamat kokonaisuudet haluttiin pitää sellaisina kokoonpanoina, jollaisina ne saapuvat todellisuudessa.



KUVA 11. Alikokoonpanojen varaosasivu

Jotkin kokoonpanot olivat rakenteeltaan sellaisia, että kokoonpanon osaluettelointa ei saatu generoitua järkevästi. Osaluetteloon olisi saatu listattua muutama suuri kokoonpano tai yksitellen jokainen osa. Tällöin myös hitsatut rakenteet esitettäisiin purettuina. Hitsatut rakenteet toimitetaan varaosina valmiiksi hitsattuina, joten varaosakirjassakin ne on esitettävä sellaisina kokonaisuuksina eikä esimerkiksi yksittäisinä levyn palasina.

Varaosakuvien ensimmäisten prototyyppien katselmoinnissa esiin nousi kysymys osien lisätietojen esittämisestä osaluettelossa. Kiinnitysosia ei ole järkevää myydä varaosina, sillä tällä ei saavutettaisi tuottoja ja asiakas saa haluamansa kiinnitysosat helpommin paikallisista liikkeistä. Täten lisätietokentässä on ilmoitettava kiinnitysosien mitat. Muiden komponenttien lisätietokentät päätettiin kuitenkin jättää tyhjäksi, sillä usein ne sisältävät yrityksen käyttöön tarkoitettua tietoa. Osaluettelo haetaan varaosakuvaan suoraan tiedonhallintajärjestelmästä, joten epätoivotut lisätietokentät täytyy poistaa varaosakuvasta manuaalisesti.

Komponenttien nimi- ja lisätietokentät oli käytävä läpi tiedonhallintajärjestelmässä, sillä nimityksissä oli myös suomenkielisiä nimiä ja puuttuvia lisätietoja.

Kyseiseen operaatioon Autodesk Vaultissa on ominaisuus "Vault Data Cards", jolla pystytään muokkaamaan kaikkea komponenttiin liittyvää tietoa. Yrityksen käytännöt koskien osien nimeämistä ja lisätietojen esittämistä olivat muuttuneet PDM-järjestelmän käyttöönoton aikoihin kaksi vuotta ennen opinnäytetyötä. Tämän takia tuotetiedoissa oli vanhentuneella tavalla esitettyä tietoa, jota täytyi muokata. Tällä tavoin saatiin PDM-järjestelmän tuotetietoja ajan tasalle, sekä esitettyä kaikkien varaosakirjan osaluetteloiden tiedot samalla formaatilla.

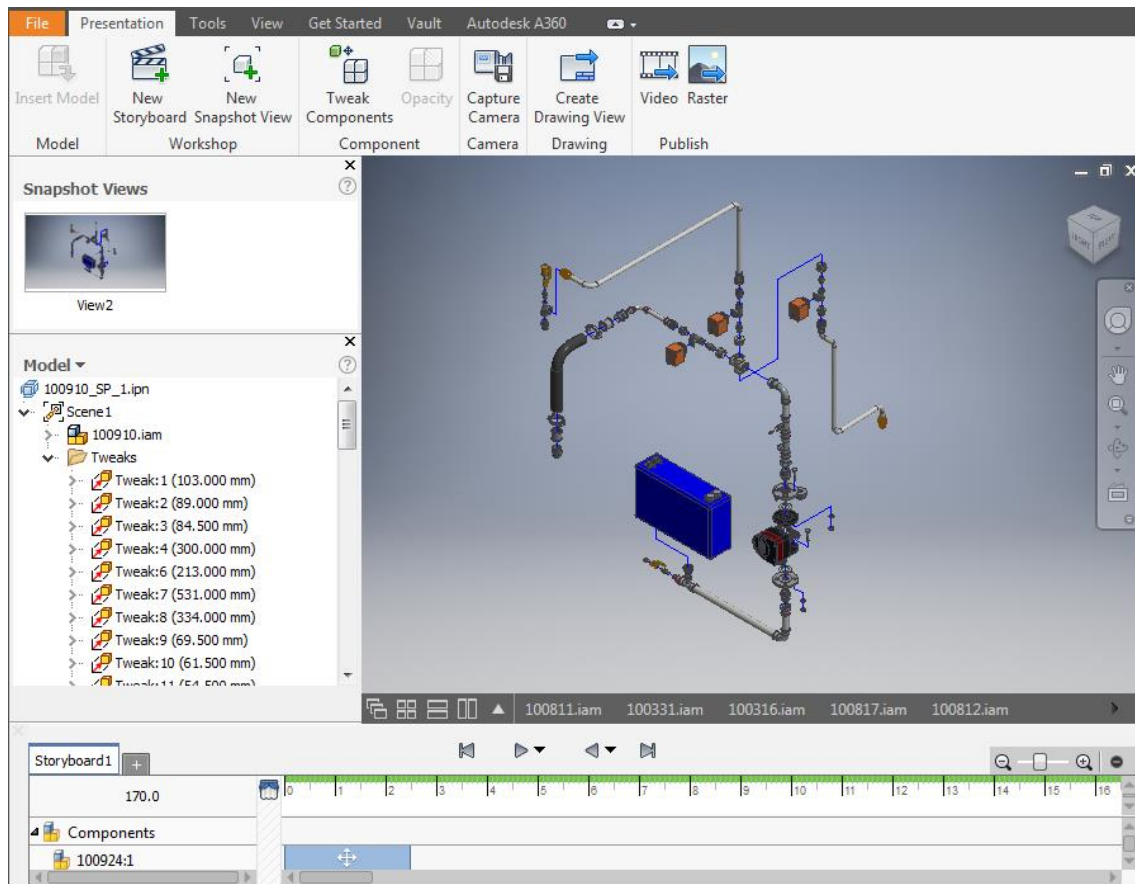
Osaluettelon formaatiksi muodostettiin järjestys, jossa numerointi juoksee ylhäältä alaspäin nousevasti. Standardoidut kiinnitystarvikkeet esitetään luettelon lopussa. Muut osat esitetään numeroituna pääpiirtein siinä järjestyksessä, kun ne esiintyvät varaosakuvassa, lukien vasemmalta oikealle ja ylhäältä alaspäin. Sarakkeissa esitetään osan nimi, osanumero, pulttitavaran lisätiedot sekä osien lukumäärä. Vaihtoehtona on myös osien esitys osanumerojärjestyksessä.

6.3.3 Räjätyskuvan muodostus

Inventor Presentation -tiedostot on tarkoitettu räjäytyskuvien sekä purkamisanimaatioiden esittämiseen Autodesk Inventorissa luoduista kokoonpanoista. Tiedosto lukee emokokoonpanoa eli assembly -tiedostoa, joka esittää osakokonaisuutta, joka muodostuu osista eli part-tiedostoista. Kun emokokoonpanoa muutetaan, päivittyvät muutokset myös Presentation-tiedostoon. Kaikki yrityksen CAD-tiedostot sijaitsevat yrityksen serverillä, PDM-ohjelma Autodesk Vaultin hallitsemana. Autodesk Inventor keskustelelee Vaultin kanssa, joten kerran tehdyt Inventor Presentation -tiedostot ovat tulevaisuudessa aina ajan tasalla ja niistä on nopea muodostaa päivitettyt varaosakuvat.

Presentation-tiedostossa osia voidaan erottaa kokoonpanosta tietyn koordinaattiakselin tai tason suuntaan käyttäjän asettaman etäisyyden mukaisesti, ilman että emokokoonpano muuttuu (kuva 12). Yksittäistä tällaista toimenpidettä kutsutaan "tweakiksi". Tweakille voidaan asettaa näkymään "tweak trail" eli viiva, joka esittää, mistä minne kappaletta on siirretty. Tehtäessä useita tweakkeja niille muodostuu aikajana, ja asettamalla niille haluttu kesto ja paikka aikajanalla voidaan muodostaa purkamisanimaatioita. Työn puitteissa tätä ominaisuutta ei tarvittu, sillä kyseessä oli staattisten varaosakuvien muodostus.

Kun halutut tweakit on tehty, otetaan räjäytetystä kokoonpanosta halutusta perspektiivistä kuva (snapshot), jota halutaan käyttää piirustuksen tekoon. Haluttaessa kuvia voidaan ottaa useista eri aikajanan vaiheista ja esittää esimerkiksi kokoonpanon purkaminen työvaiheittain.



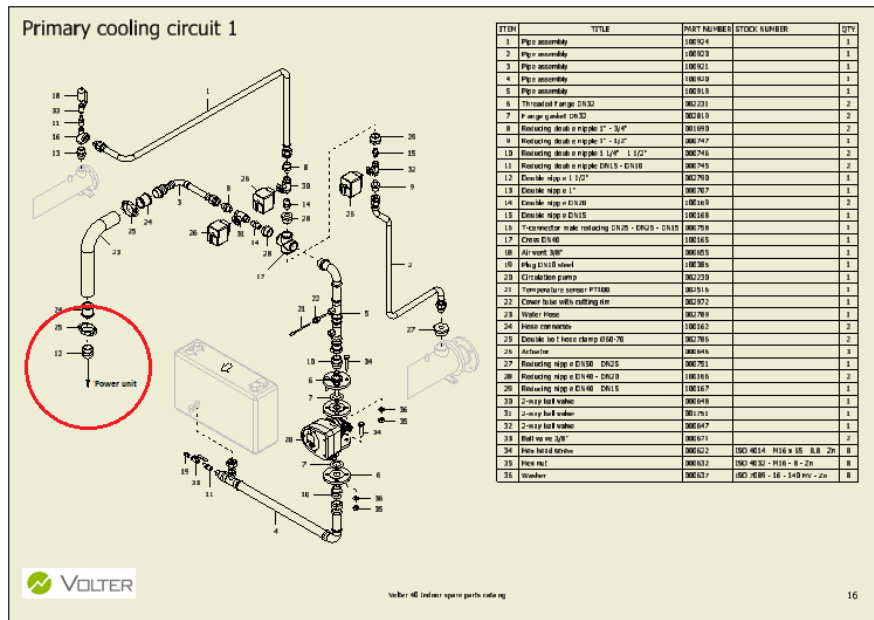
KUVA 12. Inventor Presentation -tiedoston näkymä

Kun Presentation-tiedoston räjäytyskuvasta on saatu haluttu kuva, luodaan siitä Inventor Drawing -tiedosto. Kyseinen tiedosto esittää tulostettavaa paperia sellaisena kuin se fyysisesti tulisi näyttämään. Varaosakuvasivulle muodostettiin tietty formaatti, jossa yksi sivu sisältää

- otsikon
- kokoonpanon räjäytyskuvan
- osaluettelon eli BOM:n (Bill of Materials)
- yrityksen logon
- Volter 40 Indoor varaosakirja -tekstin ja kyseisen varaosakirjan osanumeron

- kokoonpanon osanumeroinnit
- mahdolliset referenssiosat kuvina tai teksteinä
- mahdollisen huomautuksen kuten ”kiinnitystarvikkeita ei esitetä tällä sivulla”.

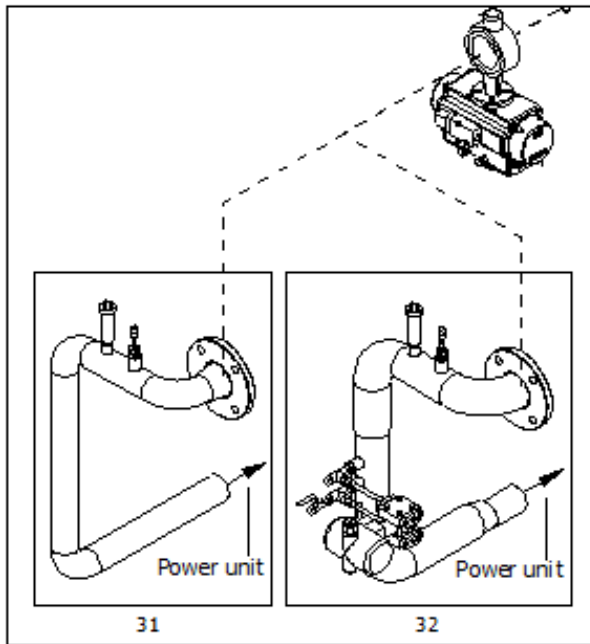
Kaikkien mainittujen koolle, fonttikoolle, viivojen paksuudelle, tyylille ja asettelulle asetettiin tietyt standardit. Tietyissä kuvissa, joissa se nähtiin selkeyttämisen vuoksi tarpeelliseksi, esitettiin toisen kokoonpanon osia, joihin sivun kokoonpano liittyy todellisuudessa. Nämä osat esitetään vaaleanharmaina referenssiosina ja niitä ei mainita BOM:ssa. Jos referenssinä esitettävä osa oli liian suuri tai monimutkainen selkeästi esitettäväksi, käytettiin ohjetekstiä. Kuvassa 13 näkyvät referenssiosat ja ohjeteksti.



KUVA 13. Varaosakuva Inventor Drawing -tiedostona, referenssiosat näkyvät harmaina, ohjeteksti ympyröitynä punaisella

Varioituvat kokoonpanot esitetään ne sisältävien pääkokoonpanojen yhteydessä kuvan 14 esittämällä tavalla. Sivun osaluettelo sisältää varioituvat kokoonpanot, mutta osanumerokentässä ei esitetä kyseisen kokoonpanon tuotenumeroa, vaan viitataan varaosakirjan erilliselle sivulle. Kaikki varioituvat kokoonpanot esitetään omissa varaosakuviinsa varaosakirjan loppupuolella erillisillä varioituvien osien

sivuilla. Jos varioituvat kokoonpanot tulevaisuudessa lisääntyvät, voidaan varioituvasta kokoonpanosta esittää pääkokoonpanon yhteydessä vain yksi referenssikuva ja viitata varaosakirjan erilliselle sivulle, jossa kaikki varioituvat kokoonpanot on esitetty omissa kuvissaan. Toinen vaihtoehto on että varaosakirjoista tehdään laitoskohtaisia, eikä varioituvia osia tällöin esitetä.

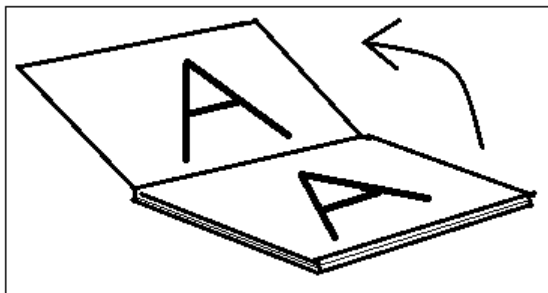


KUVA 14. Varioituvien osien esitystapa

6.4 Taittaminen ja varaosakirjan rakenne

Varaosakirjan sivukooksi päätettiin A4-arkki sen kompaktin mutta varaosakuvien kannalta tarpeeksi suuren koon vuoksi. Sivujen materiaaliksi valittiin repeämätön paperi, jotta varaosakirja säilyy ehjänä myös työmaakäytössä. Kansi, informaatiota dokumentista -sivu ja sisällysluettelo ovat pystyssä ja kirjan muut sivut ovat vaakatasossa.

Koska varaosakuvat esitetään selkeyden vuoksi mahdollisimman isona, vievät ne koko sivun tilan. Asetteltua muokattiin, jotta sivujen luettavuus säilyy myös sivujen taittoreunassa, josta sivut nidotaan yhteen. Varaosakirja tarkoitettiin luettavaksi vaakatasossa, joten vaakatasossa olevat sivut aseteltiin samoin päin niin, että kirjaa ei joudu kääntelemään käsissään kääntäessään sivua kuten kuva 15 demonstroi.



KUVA 15. Vaakatasossa olevien sivujen asettelu

Kieli on englanti, sillä katsottiin, että resurssit riittävät varaosakirjan ylläpitoon yhdellä kielellä ja englanti on useimmissa maissa ymmärretty kieli. Suomenkielistä varaosakirjaa ei nähty järkeväksi toteuttaa, sillä suurin osa tuotteista myydään ulkomaille.

Varaosakirjan kansilehti toteutettiin kuvanmuokkausohjelma GIMP 2:n avulla, varaosakuvasivut Autodesk Inventorilla ja muut sivut kuten sisällysluettelo Microsoft Office Wordilla. Yhteensä erillisiä sivuja lopulliseen varaosakirjaan tuli 30, jotka painetaan molemmin puolin 15 paperisivulle. Varaosakirja koostuu alusta loppuun lueteltuna

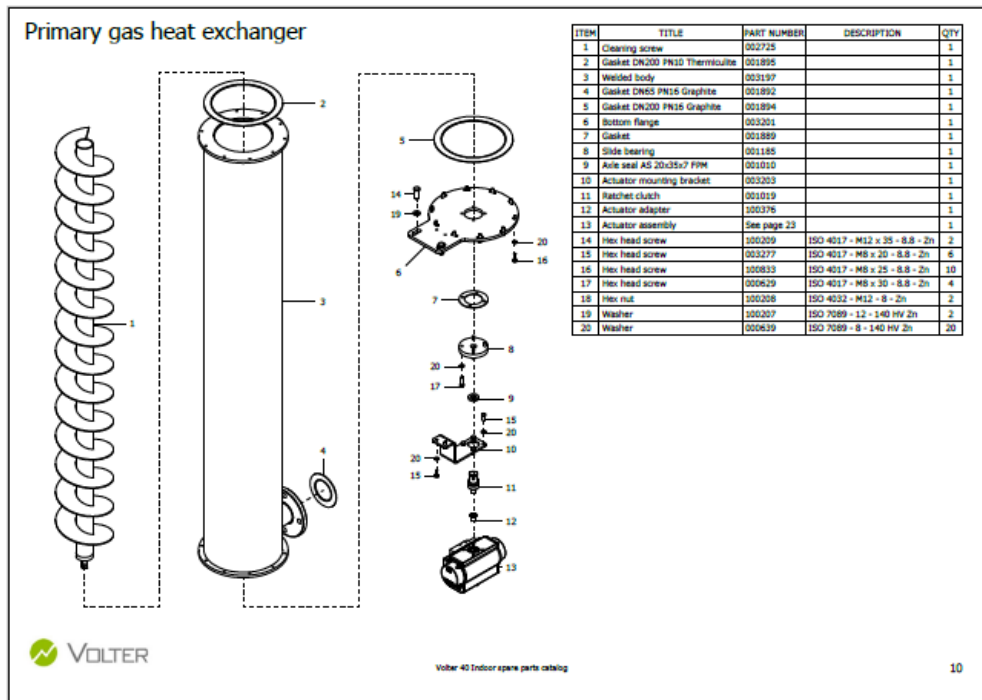
- kansilehdestä
- sisällysluettelosta
- informaatiota dokumentista
- laitoksen pääkuvasta
- osakokonaisuuksien varaosakuvista
- alikokoonpanojen varaosakuvista
- varioituvien osien varaosakuvista
- sekalaisten osien varaosakuvista
- ulkokuoren paneelien varaosakuvista
- indeksistä.

Kansilehdellä esitetään yrityksen nimi, yleiskuva Volter 40 Indoorista ja tuotteen nimi. Kuvassa 16 on nähtävillä kaksi vedosta. Informaatiota dokumentista -sivulla kerrotaan perustiedot dokumentista, tietyt lainopilliset huomiot, yhteystiedot sekä revisioinformaatio.



KUVA 16. Ehdotuksia varaosakirjan kansisivuksi

Pääkuvat laitoksesta -sivulla esitetään isometrinen kuva laitoksesta ulkokuori ja tiettyjä osia poistettuna. Aluksi käytettiin kahta kuvaa laitoksen vastakkaisilta puolilta, mutta huomattiin, että kaikki pääkomponentit voidaan esittää yhdessä kuvassa, kun tiettyjen pääkokoonpanojen edestä piilotetaan osia. Kuvasta on osoitettu ja nimetty kokonaisuudet, jotka esitetään varaosakirjassa omilla sivuillaan. Pääosa kirjasta koostuu itse varaosakuvista (kuva 17).



KUVA 17. Varaosakirjan sivu

Kirjan loppuun sijoitettiin indeksi eli listaus kaikista esitetyistä osista. Lista muodostettiin tuomalla Autodesk Inventorilla luoduista varaosakuvista osaluettelot Microsoft Office Exceliin. Taulukossa ilmoitetaan osan sivunumero varaosakirjassa, sen nimitys ja tuotenumero. Osat on järjestetty nousevasti tuotenumeron perusteella.

Koska varaosakirjaa tullaan käyttämään paperisena, on osien kirjasta löytäminen oltava järkevä käytäntö. Indeksipalvelu tässä tarkoitusta. Tilanteessa, jossa työmaalle saapuu esimerkiksi merikontillinen varaosia, ei huoltotoimenpiteitä suorittavalla henkilöllä välttämättä ole mitään tietoa siitä, mikä osa kuuluu mihin. Varaosat merkitään tuotenumeroilla, joten indeksin avulla pystytään tarvittaessa hakemaan tuotenumeron perusteella, miltä sivulta varaosakirjaa osa löytyy, ja siten paikallistamaan osa laitoksesta.

7 YHTEENVETO

Työn ensimmäinen tavoite oli muodostaa käytäntö tulevaisuuden varaosakirjojen muodostamiselle Volter Oy:lle sekä muokata CAD-tiedostot ja tuoterakenteet varaosakirjaan sopiviksi. Toinen tavoite oli valmistaa itse varaosakirja Volter 40 Indoor -omasähkövoimalan viimeisimmästä mallista. Varaosakirjan periaate on esittää kaikki tarpeelliset tuotteeseen liittyvät osat visuaalisesti, informatiivisesti ja selkeästi.

Varaosakirjan muodostamisen käytäntö löydettiin melko nopeasti. Prioriteetteina olivat yrityksen aiemman suunnittelutiedon käyttö ja tiedon mahdollisimman automaattinen päivittyminen. Molemmat tavoitteet saavutetaan, kun tuotteen varaosakirjan muodostaminen sidotaan yrityksen tiedonhallintajärjestelmään Autodesk Vaultiin, jossa sijaitsee kaikki tuotteeseen liittyvä tieto aina päivitetystä tilassa.

Varaosakuvatiedostojen tehokas muodostaminen vaati, että tuoterakenne soveltuu niihin. Esimerkiksi sähkömoottorikokoonpano täytyy pystyä esittämään eriteltynä esimerkiksi sähkömoottoriin, vaihteeseen ja toimilaitteeseen. Tämän takia kaikki kokoonpanot käytiin läpi ja tarvittaessa niitä muokattiin. Suureen määrään CAD-tiedostoja muokattiin tietoja kuten mittoja ja suomen- sekä englanninkielisiä nimityksiä.

Työn edetessä päätettiin, että uusista kokoonpanoista muodostetaan tuotteen uusi tuoterakenne, sillä tuoterakenteen järjeistäminen oli ajankohtaista. Tässä prosessissa oltiin tiiviisti yhteistyössä yrityksen henkilöstön kanssa, jotta tuoterakenteet pysyivät järkevinä myös yrityksen henkilöstön mielestä. Tärkeää oli myös yhteistyö tuotannon kanssa ja tiedon synkronointi PDM- ja ERP-järjestelmien välillä.

Varaosakuvista muodostettiin Inventor Presentation -tiedostoja, joissa kokoonpanon osat esitetään erillään. Inventor Presentation -tiedosto päivittyy, jos sen pohjana käytettyyn kokoonpanoon tehdään muutoksia ja ne päivitetään tiedonhallintajärjestelmään. Näistä tiedostoista muodostettiin varaosakirjan sivuja tuomalla

niistä tietystä isometrisestä perspektiivistä otettuja kuvia Inventor Drawing -tiedostoon. Inventor Drawing -tiedostoissa kuviin lisättiin varaosakuvan kannalta tarpeellinen tieto, kuten osanumerointi, otsikointi ja osaluettelo.

Varaosakirja painatettiin fyysiseen muotoon A4-kokoiseksi lehdeksi repeämättömälle paperille, taitettuna pitkältä sivulta. Tämä sen vuoksi, että suurin osa sivuista eli varaosakuvista on vaakatasossa. Lopulliseen varaosakirjaan molemmin puolin painettuja sivuja tuli 15. Jatkossa myytyjen CHP-laitosten mukana toimitetaan kaksi varaosakirjaa ja se saatetaan myös nähtäväksi asiakkaille sähköisessä muodossa.

Opinnäytetyön valmistaminen sujui tehokkaasti johtuen sen täysipäiväisestä työstämisestä yrityksen tiloissa. Yhteistyö yrityksen henkilöstön kanssa oli tiivistä, jonka ansiosta työssä liikuttiin lähes jatkuvasti oikeaan suuntaan. Välillä edettiin liian innokkaasti ja omatoimisesti, jonka takia tehtiin turhaa työtä. Vaikka omatoimisuus on toivottavaa, on osattava tunnistaa tilanteet, joissa kysymällä lisätietoja voidaan sulkea pois mahdollisuus tehdä turhaa työtä. Esimerkiksi huomattiin, että on järkevämpää valmistella toimenpidevaihtoehdot ja varmistaa kysymällä niistä paras, kuin päättää itse paras vaihtoehto ja lähteä toteuttamaan sitä vain huomatakseen sen olevan käyttökelpoton.

Digitalisaation myötä fyysiset dokumentit ovat vähenemään päin. Varaosakirjan havaittiin kuitenkin työn aikana olevan dokumentti, jota tarvitaan luultavasti fyysisenä vielä useita vuosia. Varaosakirja voi olla joissain tilanteissa korvaamaton apu ja sen toimintavarmuus on parempi kuin sähköisten laitteiden. Huomattiin myös, että varaosakirjan käyttäjäkunta on yllättävän laaja huomioon ottaen sen alkuperäisen käyttötarkoituksen. Sitä käyttävät huoltohenkilöstön lisäksi loppuasiakkaat, osto-organisaatio, suunnitteluosasto ja tuotannon henkilöstö. Opinnäytetyön tuloksena tuotettuja varaosakuvia käytetään jatkossa myös muiden tuotteeseen liittyvien dokumenttien tuottamiseen.

Opinnäytetyön tekijän oma päätavoite sen hyväksytyn suorittamisen lisäksi oli tehdä työ, josta on todella hyötyä asiakasyrityksessä. Tekijän oma käsitys yritykselle hyödyllisestä tuotoksesta vahvistui valmiin varaosakirjan saatua positiivisen

vastaanoton läpi yrityksen henkilöstön. Tekijän asettamat tavoitteet varaosakirjalle olivat yrityksen imagoa vahvistava ulkoasu, tiivis mutta selkeä esitystapa ja mahdollisesti uudet oivallukset koskien varaosakirjaa. Kaikki edellä mainitut saavutettiin palautteen mukaan vähintäänkin kiitettävästi. Alkupalaverissa yrityksen puolelta asetetut tavoitteet varaosakirjan koostamisen toimintatavan muodostamisesta sekä itse varaosakirjan (kuva 18.) tekemisestä suoritettiin myös.



KUVA 18. Valmis varaosakirja

LÄHTEET

1. Dimpl, Elmar – Blunck, Michael 2010. Biomass gasification – is it a practicable option for rural electrification? *Appropriate Technology* vol. 37, nro 2. S. 18 - 19.
2. Kopsakangas-Savolainen, Maria – Svento, Rauli 2013. Promotion of Market Access for Renewable Energy in the Nordic Power Markets. *Environmental and Resource Economics* vol. 54, nro 4. S. 550 - 565.
3. Wood gas. 2016. Wikipedia. Saatavissa: https://en.wikipedia.org/wiki/Wood_gas. Hakupäivä 10.1.2017.
4. Kaaresto, Jani 2016. Volter Oy jälkimarkkinointiprosessin luominen. Opinnäytetyö, ylempi AMK. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu, teknologialiiketoiminta.
5. Volter Indoor 40 2017. Yrityksen palvelimella oleva kuva. Volter Oy.
6. Teknologia. 2013. Volter Oy. Saatavissa: <http://volter.fi/fi/teknologia/>. Hakupäivä 9.1.2017.
7. Narayan, K. Lalit – Rao, K. Mallikarjuna – Sarcar, M.M.M. 2008. Computer Aided Design and Manufacturing. New Delhi: Prentice-Hall of India Private Limited.
8. Sääksvuori, Antti – Immonen, Anselmi 2002. Tuotetiedonhallinta - PDM. Helsinki: Talentum Media Oy.
9. Peltonen, Hannu – Martio, Asko – Sulonen, Reijo 2002. PDM – Tuotetiedon hallinta. Helsinki: Edita Prima Oy.
10. Original Spare Parts Finder. 2017. KTM. Saatavissa: <http://sparepartsfinder.ktm.com/SPFSearch/SPFSearch>. Hakupäivä 9.1.2017.
11. Sähköinen varaosakirja. 2017. Yamaha. Saatavissa: <http://www.yamaha-motor.eu/fi/services/yamaha-online-catalogue/index.aspx>. Hakupäivä 9.1.2017.